TOPP

Schaltungen Teil 16

Karl Hermann Huber

Sonderschaltungen der NF-Technik

Teil 16 der TOPP-Reihe »Schaltungen«

Karl Hermann Huber

Sonderschaltungen der NF-Technik

I

Verlag Frech Stuttgart-Botnang

© 1968
Verlag und Druckerei M. Frech
Stuttgart-Botnang
Druck: Frech, Stuttgart-Botnang

Inhalt

Vorwort 7
1 Einfaches Filter für den Sprachbereich 8
2 Besonders steiles Filter für den Sprachbereich 10
3 Trennscharfes Tonfilter für Telegrafieempfang 12
4 Telegrafiefilter zum nachträglichen Einbau in Röhrengeräte . 14
5 Schaltung zur Verbesserung der Sprachverständlichkeit 16
6 Neuartiges Filter für den Musikbereich 18
7 Tonabnehmerentzerrer 20
8 Universal Trennverstärker 22
9 Kombiniertes Tiefen- und Höhenfilter 24
10 Automatische Trennung von Sprach- und Musiksendungen .. 26
11 Vibratorschaltung für elektrische Musikinstrumente 28
12 Mikrofonverstärker für Röhrengeräte 30
13 Sprachspitzenbegrenzer (Klipper) 32
14 Dynamikbegrenzer 34
15 Hochwertiger Dynamikbegrenzer für Musikaufnahmen 36
16 Fernschalten niederfrequenter Leitungen 38
17 Fernumschalten niederfrequenter Leitungen 40
18 Hochwertiger elektronischer NF-Schalter 42
19 Einfache Rauschsperre 44
20 Rauschsperre für Röhrengeräte 46
21 Rauschsperre in Transistortechnik 48
22 Tonrufempfänger — Tonrufumsetzer 50
23 Tonrufempfänger mit LC-Kreis 53
24 Tonrufempfänger mit piezoelektrischer Stimmgabel 56
25 Tonrufsender mit LC-Kreis 58
26 Tonrufsender mit piezoelektrischer Stimmgabel 60
27 Stabilisiertes Niedervolt-Netzteil 63

Vorwort

In diesem und in dem folgenden Band sollen hauptsächlich NF-Schaltungen gebracht werden, die sonst nur in Spezial-Literatur behandelt werden, zu der Amateure und Bastler normalerweise keinen Zugang haben. Wenn auch vorwiegend nur Transistorschaltungen besprochen werden, da doch heute für fast alle Aufgaben Transistoren zu bekommen sind, findet man jedoch auch in diesen Büchern einige Röhrenschaltungen. Diese wurden bewußt gebracht, damit in die vielen noch bebetriebenen Röhrengeräte ohne Schwierigkeiten der eine oder andere Zusatz eingebaut werden kann. Wenn auch die modernen Silizium-Halbleiter weniger wärmeempfindlich sind als die mehr verbreiteten Germanium-Dioden und -Transistoren, so ist es für den Amateur doch immer problematisch, Röhren- und Transistorschaltungen miteinander zu vermischen.

Ferner wird ein Stromversorgungsgerät beschrieben, welches die meisten für den Anschluß von Transistorschaltungen erforderlichen Spannungen liefern kann. Für die Dauer ist so ein Netzteil immer noch billiger als der ständige Neuerwerb von Batterien.

Für technisch besonders begabte und interessierte Amateure, die das Selbsterbaute auch einmal meßtechnisch prüfen möchten, werden im zweiten Band außerdem NF-Meßgeräte, Meßverstärker sowie NF-Generatoren (Tongeneratoren) gebracht.

Bei den einzelnen Schaltungsbesprechungen wird häufig von einer Entzerrung gesprochen. Entzerren eines Verstärkers hat nichts mit der Beseitigung von unsauberen Tönen, dem sog. Klirrfaktor zu tun, sondern mit dem Ausbügeln der Durchlaßkurve, des Frequenzganges. Man spricht hierbei von „linearen Verzerrungen", die man entzerren will, während ein zu großer Klirrfaktor „nichtlineare Verzerrungen" entstehen läßt, die mit anderen Mitteln beseitigt werden müssen.

Ich bedanke mich ausdrücklich bei nachstehend aufgeführten Firmen, welche mich bei der Beschaffung von technischen Unterlagen unterstützten: Brown Boveri Cie. (24, 26), Intermetall (15), Radio Rim, München (11), Siemens (10), Storno-Siemens (18, 21, 23, 25), Valvo (5-9, 12). Alle Schaltungen wurden „ohne Rücksicht auf die Patentlage" zur Verfügung gestellt, d. h., daß diese Schaltungen u. U. nicht frei von Schutzrechten sind und daß somit ein gewerblicher Nachbau nicht gestattet ist.

Und nun viel Erfolg beim Nachbau!

Der Verfasser

Schaltung 1

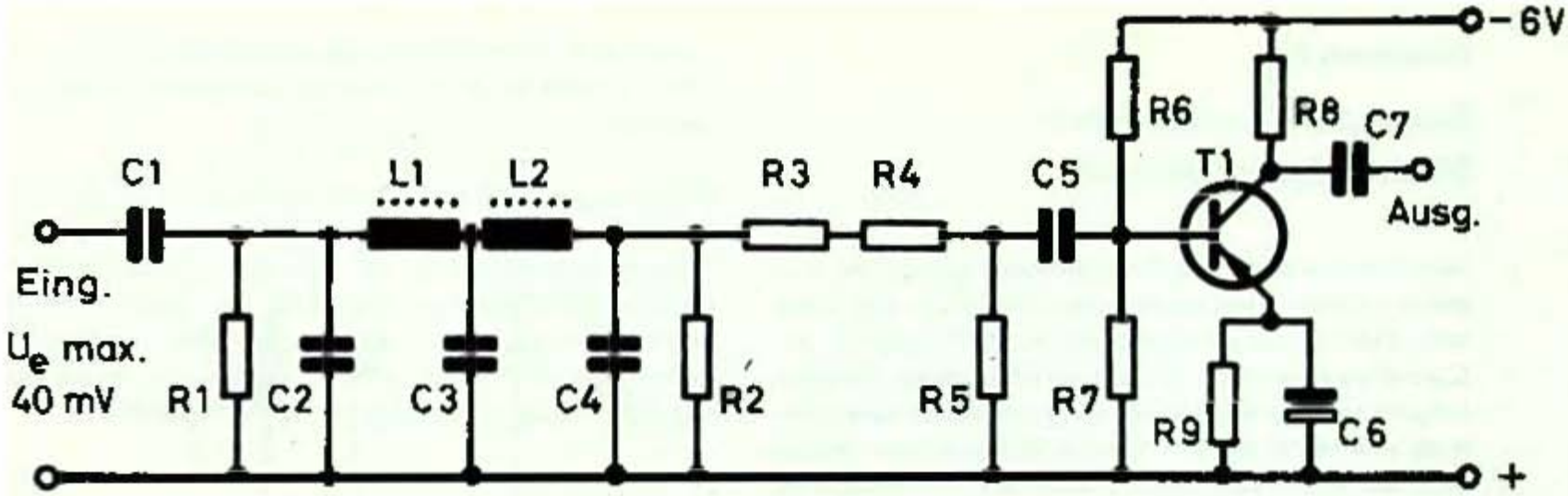
Einfaches Filter für den Sprachbereich

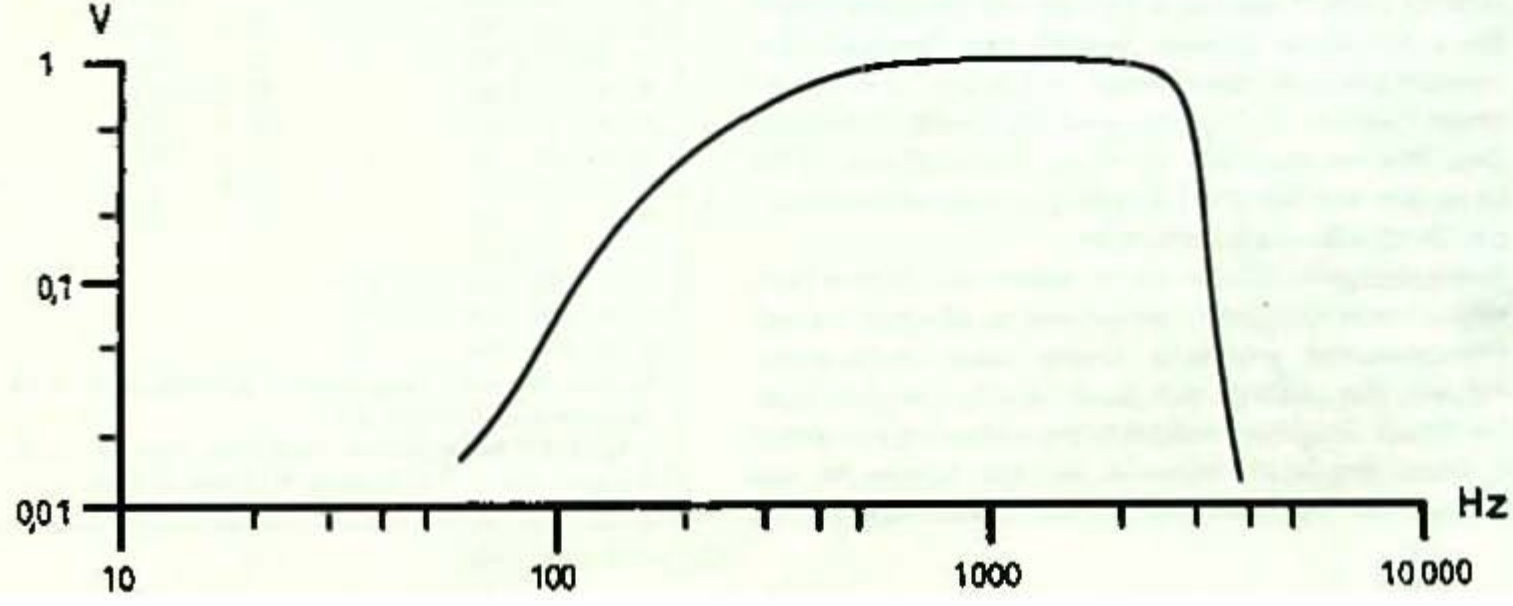
In vielen Fällen der Elektroakustik benötigt man Filter, welche lediglich den Sprachbereich von 300 bis 3000 Hz passieren lassen.
Das ist z. B. der Fall in Modulationsverstärkern. Das Abschneiden aller überflüssigen Frequenzen erlaubt einen höheren Modulationsgrad, da die zur Übermodulation neigenden Zischlaute nicht mehr hindurchgelassen werden. Ferner hält man die ausgestrahlte Bandbreite (Seitenbänder) gering, was im Interesse aller Amateure ist.
Aber auch in einer Empfangsanlage können steile NF-Filter sehr zur Verbesserung der Verständlichkeit beitragen. Schneidet doch ein richtig ausgelegtes Filter den größten Teil aller Pfeif-, Rausch- und Prasselstörungen ab.
Steile Filter für einen größeren Frequenzbereich baut man am besten mit Hilfe von Kondensatoren und Spulen auf, die zusammengeschaltet Sperr- bzw. Saugkreise bilden. Damit solche Filter jedoch genügend sperren, innerhalb ihres Durchlaßbereiches weitgehend geradlinig sind und keine Höcker aufweisen, ist es unbedingt erforderlich, sie richtig „abzuschließen", d. h. die Eingänge und Ausgänge des Filters müssen mit dem Widerstand belastet werden, für den sie berechnet wurden.
Ein für Transistorschaltungen gebräuchlicher Wert ist 10 kΩ. Nebenstehender Tiefpaß wurde hierfür ausgelegt. Das ohmsche Π-Glied (R 2—R 5) am Ausgang des Filters sorgt für eine exakte Anpassung an den nachfolgenden Transistorverstärker, womit der oben geforderte richtige Abschluß erzielt wird.
Der Dämpfungsverlauf des Filters ist aus nebenstehender Kurve zu ersehen.
Damit handelsübliche Kondensatoren verwendet werden können, wurde bei der Auslegung die obere Grenzfrequenz mit 2930 Hz bestimmt. Für die Belange der Praxis hat dieses nichts zu bedeuten.

Stückliste Schaltung 1

R 1	10	kΩ	L 1	870	mH
R 2	27	kΩ	L 2	870	mH
R 3	4,7	kΩ	T 1	OC 71	
R 4	3,9	kΩ	C 1	4,7	nF
R 5	27	kΩ	C 2	6,8	nF
R 6	100	kΩ	C 3	13,6	nF = 2 × 6,8 nF
R 7	15	kΩ	C 4	6,8	nF
R 8	10	kΩ	C 5	4,7	nF
R 9	1,8	kΩ	C 6	10	µF, 6/8 V, Elko
			C 7	82	nF

Spulen: Siemens Schalenkerne B 65581, 1100 N 22, Wickelkörper B 65 582 A 1 mit je 1175 Windungen, 0,15 mm ⌀ CuL bewickelt.


-6V
C1
L1
L2
R3
R4
C5
R6
R8
C7
T1
Ausg.
Eing.
U_e max.
40 mV
R1
C2
C3
C4
R2
R5
R7
R9
C6
+


V
1
0,1
0,01
Hz
10
100
1000
10 000

Schaltung 2

Besonders steiles Filter für den Sprachbereich

Beim Herausfiltern des Sprachbandes genügt es meistens, mit Hilfe eines Hochpasses alle Frequenzen oberhalb 3000 Hz abzuschneiden, da durch Verluste in den Koppelkondensatoren und den im allgemeinen sparsam ausgelegten Transformatoren der untere Frequenzbereich von selbst zu kurz kommt. Wünscht man jedoch auch bei 300 Hz eine steile Flanke der Durchlaßkurve, benötigt man einen Bandpaß. Ein solcher enthält für den unteren Bereich ebenfalls Spulen und Kondensatoren. Einen für diese Zwecke ausgelegten Bandpaß, bestehend aus zwei Sperrkreisen (L 1, L 2—C 2, C 3) und einem Leitkreis (L 3—C 4), zeigt die zweite Schaltung. Das Filter ist ebenfalls für einen Abschluß von 10 kΩ bemessen worden. Die Dämpfung ist aus nebenstehender Durchlaßkurve zu erkennen.

Abwandlungen: Schalenkerne haben die Eigenschaft, magnetische Kraftlinien weitgehend zu bündeln, so daß nebeneinander montierte Kreise kaum aufeinander koppeln. Sie zeichnen sich durch hohe Spulengüten aus. Die in der Stückliste aufgeführten Kerne weisen einen A_L-Wert, das ist die Material- und Kernkonstante, von 630 auf. Bei der Verwendung von Schalenkernen mit anderem A_L-Wert läßt sich die erforderliche Windungszahl, n, nach folgender Formel sehr leicht selbst errechnen:

$$n = 1000 \cdot \sqrt{\frac{L(mH)}{A_L}}$$

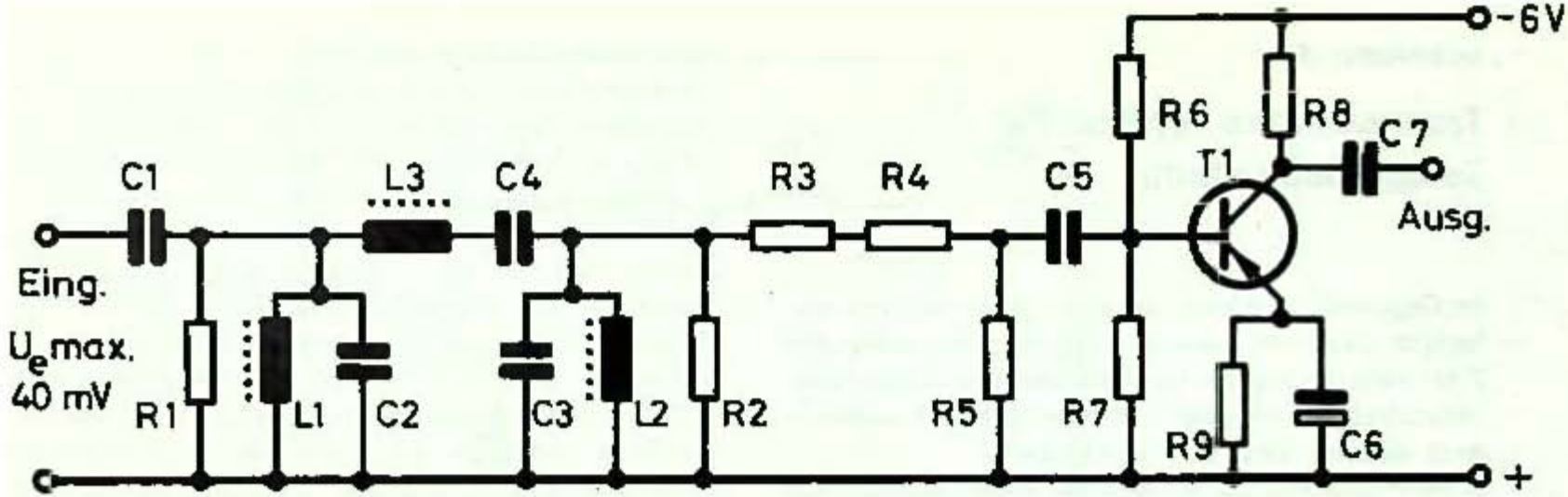
Wenn es gewünscht wird, daß das für 10 kΩ ausgelegte Filter mit anderen Abschlußwiderständen, z. B. in einer Röhrenschaltung mit 0,1 MΩ arbeiten soll, so ist dies ohne weiteres möglich. Man muß nur darauf achten, daß am Ein- und Ausgang passend bemessene ohmsche Spannungsteiler angeschlossen werden, damit die für das Filter nötige Belastung (10 kΩ) erhalten bleibt.

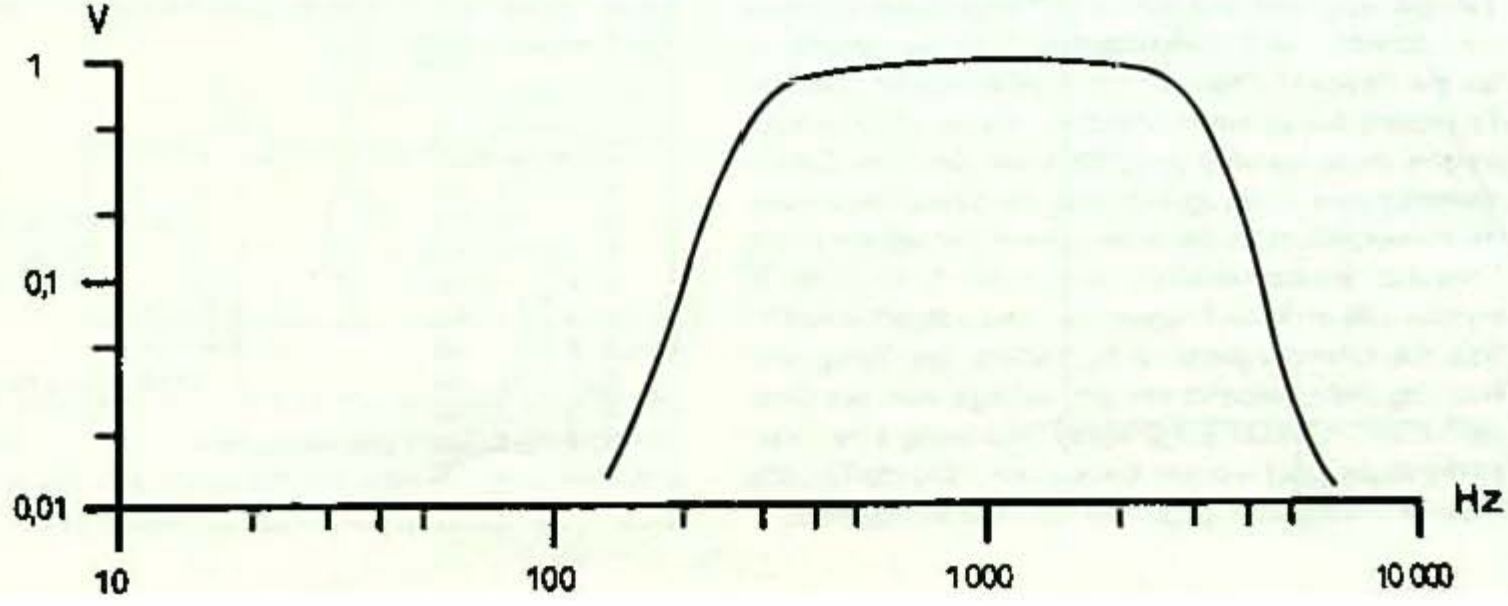
Stückliste Schaltung 2

R 1	10 kΩ	T 1	OC 71
R 2	27 kΩ	C 1	56 nF
R 3	4,7 kΩ	C 2	7460 pF
R 4	3,9 kΩ	C 3	7460 pF
R 5	27 kΩ	C 4	27 nF
R 6	100 kΩ	C 5	56 nF
R 7	15 kΩ	C 6	10 µF, 6/8 V, Elko
R 8	10 kΩ	C 7	82 nF
R 9	1,8 kΩ		

L 1 3430 mH = 3,43 H
L 2 3430 mH = 3,43 H
L 3 954 mH

Spulen: Siemens Schalenkerne B 65581, 1100 N 22, Wickelkörper B 65582 A 1
L 1 und L 2 bewickelt mit 2335 Wdg. 0,08 mm ⌀ CuL
L 3 bewickelt mit 1230 Wdg. 0,12 mm ⌀ CuL


-6V
C1
L3
C4
R3
R4
C5
R6
R8
C7
T1
Ausg.
Eing.
$U_e$max.
40 mV
R1
L1
C2
C3
L2
R2
R5
R7
R9
C6
+


V
1
0,1
0,01
Hz
10
100
1000
10 000

Schaltung 3

Trennscharfes Tonfilter für Telegrafieempfang

Im Gegensatz zu Filtern, die einen größeren Frequenzbereich passieren lassen, kann man schmalbandige Filter sehr gut nur mit Widerständen und Kondensatoren aufbauen, wenn man sich einer kleinen Kunstschaltung, dem sog. Doppel-T-Filter bedient.

In der Praxis benötigt der Amateur solche „Einfrequenzfilter" zum niederfrequenzseitigen Herausfiltern von Telegrafiesignalen aus Stör- und Pfeifgeräuschen sowie zur Unterdrückung unerwünschter Überlagerungstöne.

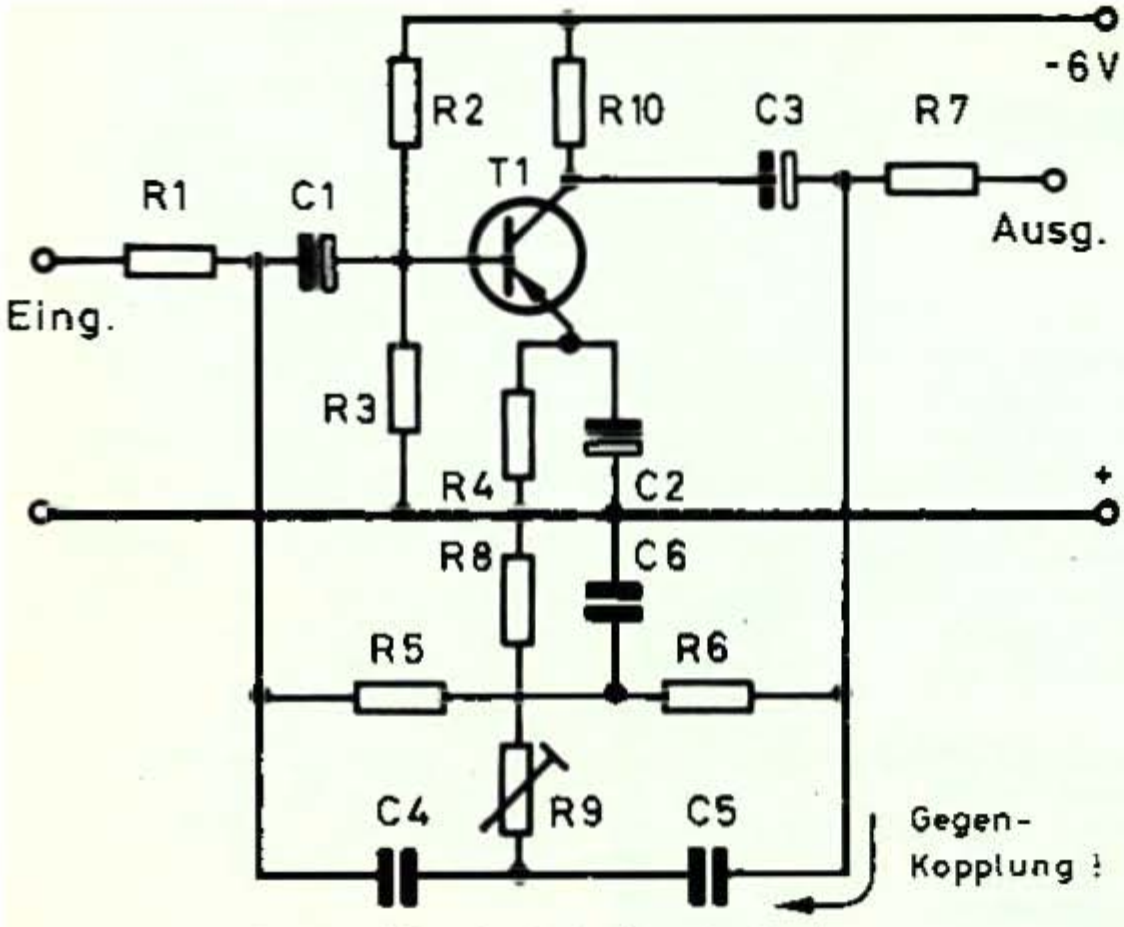
So ein Doppel-T-Filter ist ein eigentümliches Gebilde. Es besteht aus einem RC-Hoch- und einem RC-Tiefpaß, welche beide parallel geschaltet werden. Die Schaltelemente sind so ausgelegt, daß die Grenzfrequenzen, beim Hochpaß ist es die untere, beim Tiefpaß die obere Frequenz, zusammenfallen. Außer der f_u bzw. der f_o werden alle anderen Frequenzen hindurchgelassen.

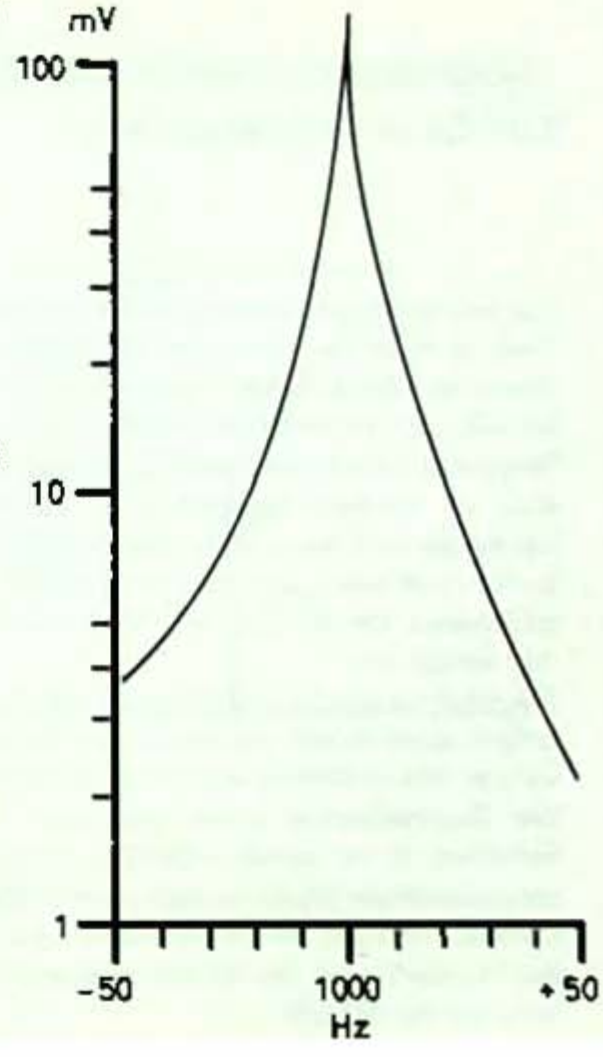
Soll die Grenzfrequenz, z. B. 1000 Hz bei Telegrafieempfang nicht gesperrt werden, so lege man das Doppel-T-Filter in einen Gegenkopplungszweig einer Verstärkerstufe. Jetzt werden bis auf den 1000-Hz-Ton alle anderen Frequenzen gegengekoppelt und bedämpft.

Nebenstehende Schaltung zeigt, wie man in nur einer Transistorstufe eine befriedigende Anhebung der gewünschten Frequenz erhält, sofern man dabei verschiedene Punkte beachtet: Wenn auch die Abschlußwiderstände beim Doppel-T-Filter nicht so kritisch sind wie bei Filtern mit LC-Kreisen, so ist doch darauf zu achten, daß Eingang und Ausgang von der übrigen Schaltung gut entkoppelt sind. Dies bewirken die Widerstände R 1 und R 7. Ferner muß man streng darauf achten, daß das Filter nicht übersteuert wird, d. h. daß die Eingangsspannung nicht höher werden darf, wie die Stufe verarbeiten kann. Die maximal zugelassene Eingangsspannung ist etwas abhängig von der Stellung des Reglers R 9, darf aber nie mehr als 100 mV betragen, anderenfalls wird die Durchlaßkurve breiter und die Trennschärfe geringer.

Stückliste Schaltung 3

R 1	10 kΩ		T 1	OC 71	
R 2	100 kΩ		C 1	10 µF,	12/15 V, Elko
R 3	10 kΩ		C 2	10 µF,	6/8 V, Elko
R 4	1,8 kΩ		C 3	25 µF,	12/15 V, Elko
R 5	10 kΩ		C 4	15 nF	
R 6	10 kΩ		C 5	15 nF	
R 7	12 kΩ		C 6	30 nF	= 2 x 15 nF
R 8	2,7 kΩ				
R 9	5 kΩ, Einstellwiderstand				
R 10	10 kΩ				





In geringen Grenzen läßt sich die Steilheit der Durchlaßkurve und damit die Aussiebung des Telegrafietones aus dem Störungsgeräusch mit dem schon erwähnten Regler R 9 einstellen.

Schaltung 4

Telegrafiefilter zum nachträglichen Einbau in Röhrengeräte

Die zweite Filteranordnung dieser Art zeigt ein 1-kHz-Sieb, in dem das verstärkende Element „noch" eine Röhre ist. Diese Schaltung wurde jedoch bewußt entwickelt, um den vielen Amateuren, die mit Röhrenempfängern arbeiten, ebenfalls die Möglichkeit zu geben, sich ein solches Telegrafiefilter nachträglich einzubauen. Es wird kaum einen Netztrafo geben, der nicht in der Lage wäre, die benötigten 6,3 V/0,2 A zusätzlich abzugeben. Der Anoden- und Schirmgitterstrom beträgt nur wenige mA.

Die Arbeitsweise ist im Prinzip die gleiche, wie in Schaltung 3 beschrieben. Außer der gewünschten Frequenz werden alle anderen Frequenzen gesperrt.

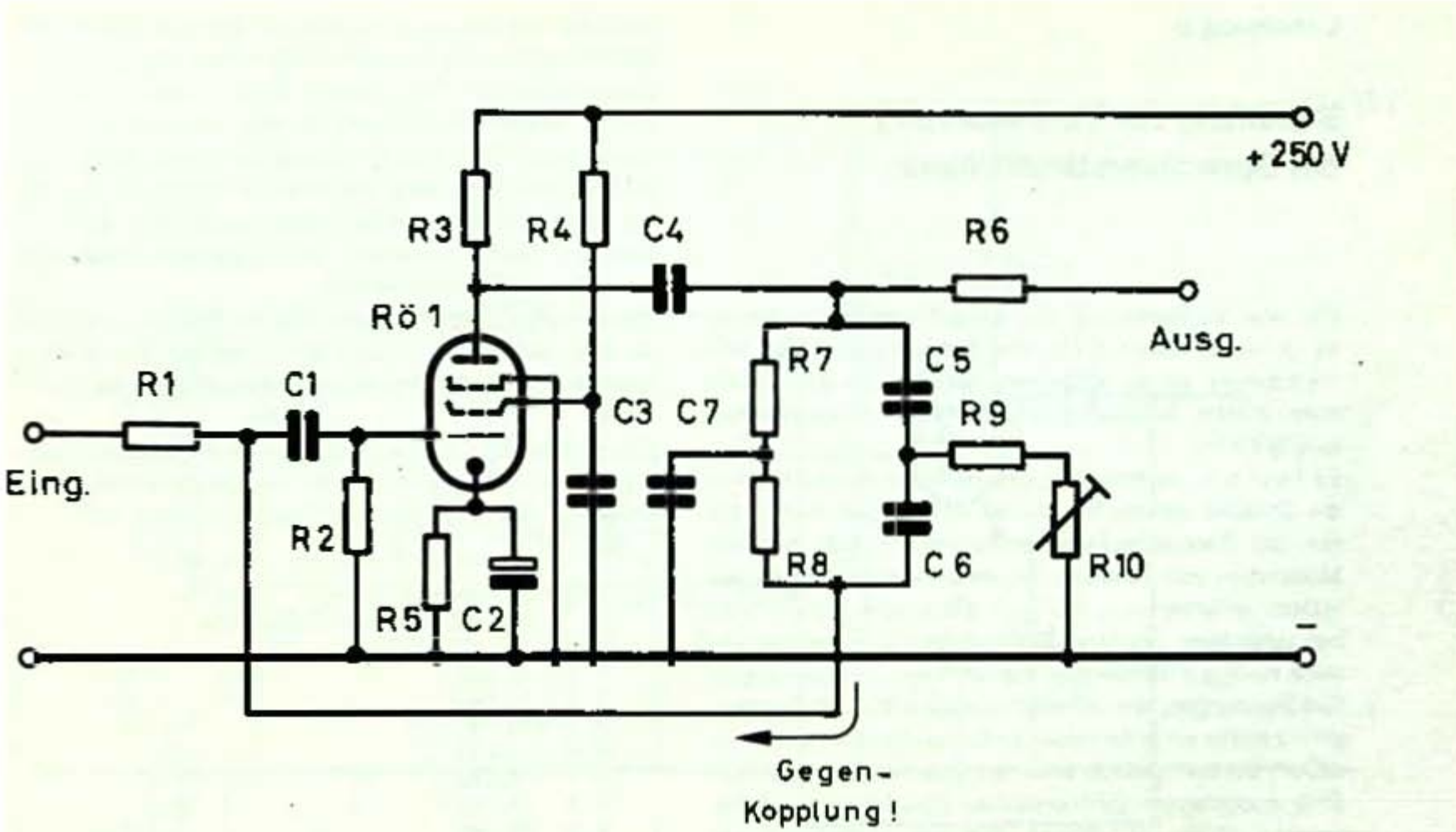
Die Durchlaßkurve ähnelt der des Transistorfilters Schaltung 3, ist jedoch nicht ganz so spitz. Die Ausgangsspannung ist, da es sich um eine Röhrenschaltung handelt, natürlich wesentlich höher und zwar etwa um das Hundertfache. Die höchst zulässige Eingangsspannung beträgt 500 mV.

Es soll nicht versäumt werden, noch einige weitere Vorteile von Schaltungen mit Doppel-T-Filtern zu nennen: Da in Doppel-T-Filtern keine Spulen vorkommen, sind sie weitgehend unempfindlich gegenüber magnetischen Streufeldern (sprich Brumm). Ferner lassen sich im tieferen Tonfrequenzbereich, also etwa unter 100 Hz, hiermit leichter hohe Kreisgüten erzielen, als das mit LC-Kreisen möglich wäre. Außerdem werden in diesem Frequenzbereich Spulen leicht unförmig.

Im Gegensatz zur Wien-Brücke hat das Doppel-T-Filter einen gemeinsamen Nullpunkt für Eingang und Ausgang. Dies kann beim Auslegen von Filterschaltungen eine große Erleichterung bedeuten.

Stückliste Schaltung 4

R 1	470	kΩ	C 1	68	nF, 400 V
R 2	1	MΩ	C 2	50	µF- 6/8 V, Elko
R 3	220	kΩ	C 3	0,1	µF, 400 V
R 4	1	MΩ	C 4	0,1	µF, 400 V
R 5	2,2	kΩ	C 5	150	pF, 400 V
R 6	470	kΩ	C 6	150	pF, 400 V
R 7	1	MΩ	C 7	300	pF, 400 V
R 8	1	MΩ		= 2 x 150 pF	
R 9	270	kΩ			
R 10	500	kΩ, Einstellwiderstand			
Rö 1	EF 86				


+250 V
R3
R4
C4
R6
Rö 1
Ausg.
R1
C1
R7
C5
C3
C7
R9
Eing.
R2
R8
C6
R10
R5
C2
–
Gegen-
Kopplung!

Schaltung 5

Schaltung zur Verbesserung der Sprachverständlichkeit

Für eine Verbesserung der Sprachverständlichkeit ist es in vielen Fällen nötig, den Frequenzgang des NF-Verstärkers so zu entzerren, daß bei 2—3 kHz eine etwa 3fache Anhebung erfolgt (sog. „Präsenzschaltung").

Es kann z. B. vorkommen, daß bei Mikrofonaufnahmen die Sprache unnatürlich dumpf klingt. Dies stört nicht nur bei Tonbandaufnahmen, sondern auch bei der Modulation von Sendern. Im letzten Beispiel ist es geradezu erforderlich, „hell" zu modulieren, damit man bei schlechten Empfangsbedingungen von der Gegenseite noch gut verstanden werden kann. Ferner klingen AM-Sendungen, die in kombinierten AM-SSB-Empfängern zwar in einer besonderen Gleichrichterstufe demoduliert werden, jedoch über den gleichen schmalen für SSB ausgelegten ZF-Verstärker (Quarzfilter) geführt werden, häufig so dunkel, daß eine Anhebung der hohen Sprachfrequenz empfehlenswert ist.

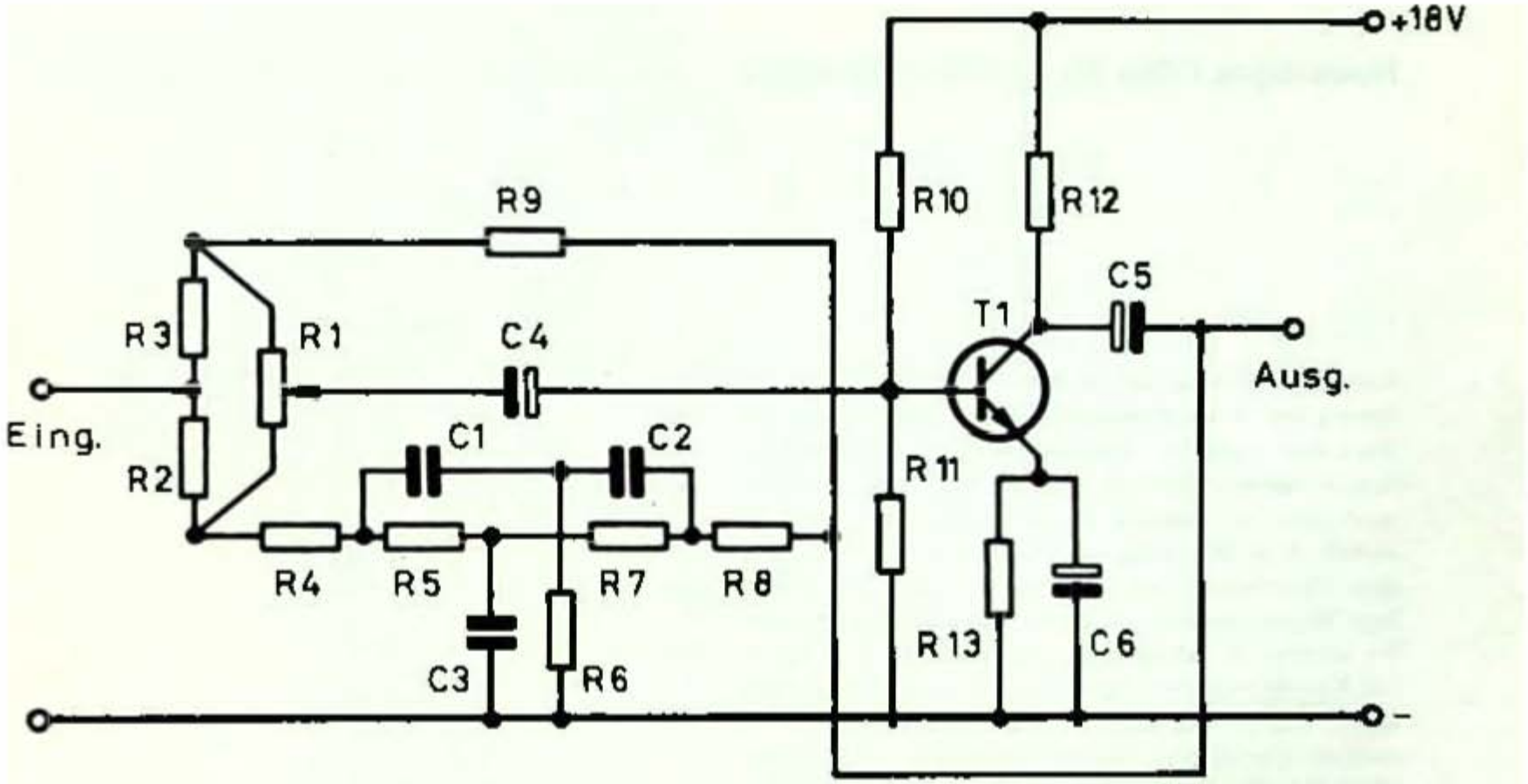
Eine solche Korrektur des Sprachbandes ist durch Absenkung der Frequenz zwischen 1 kHz und 300 Hz (bei 300 Hz hört das Sprachband auf) mittels im Verstärkerzweig liegenden RC-Gliedern ohne weiteres möglich, kostet jedoch Verstärkung. Besser wäre es, die Frequenz um 2 kHz durch Anhebung der Verstärkung mehr zu betonen. Dies zeigt die nächste Schaltung, bei der die frequenzkorrigierenden RC-Glieder, die auch ein Doppel-T-Glied enthalten, im Gegenkopplungszweig einer Verstärkerstufe liegen.

Die Anhebung kann mit dem Regler R 1 bis 13 dB, das ist etwa das 4,5fache, eingestellt werden. Bei linearer Einstellung ist die Anhebung weniger als 1 dB (1,12-fach).

Der Eingangs-Scheinwiderstand dieser Schaltung beträgt etwa 12 kΩ, während der Ausgangs-Scheinwiderstand mit 100 Ω verhältnismäßig niederohmig ist.

Stückliste Schaltung 5

R 1	50 kΩ, log., Einstellwiderstand		
R 2	22 kΩ		
R 3	22 kΩ	R 12	3,9 kΩ
R 4	4,7 kΩ	R 13	1 kΩ
R 5	6,8 kΩ	T 1	BC 108
R 6	3,3 kΩ	C 1	12 nF
R 7	6,8 kΩ	C 2	12 nF
R 8	4,7 kΩ	C 3	22 nF
R 9	22 kΩ	C 4	5 µF, Elko
R 10	180 kΩ	C 5	50 µF, Elko
R 11	33 kΩ	C 6	50 µF, Elko


+18V
R9
R10
R12
C5
T1
R3
R1
C4
Ausg.
Eing.
C1
C2
R11
R2
R4
R5
R7
R8
R13
C6
C3
R6
-

Schaltung 6

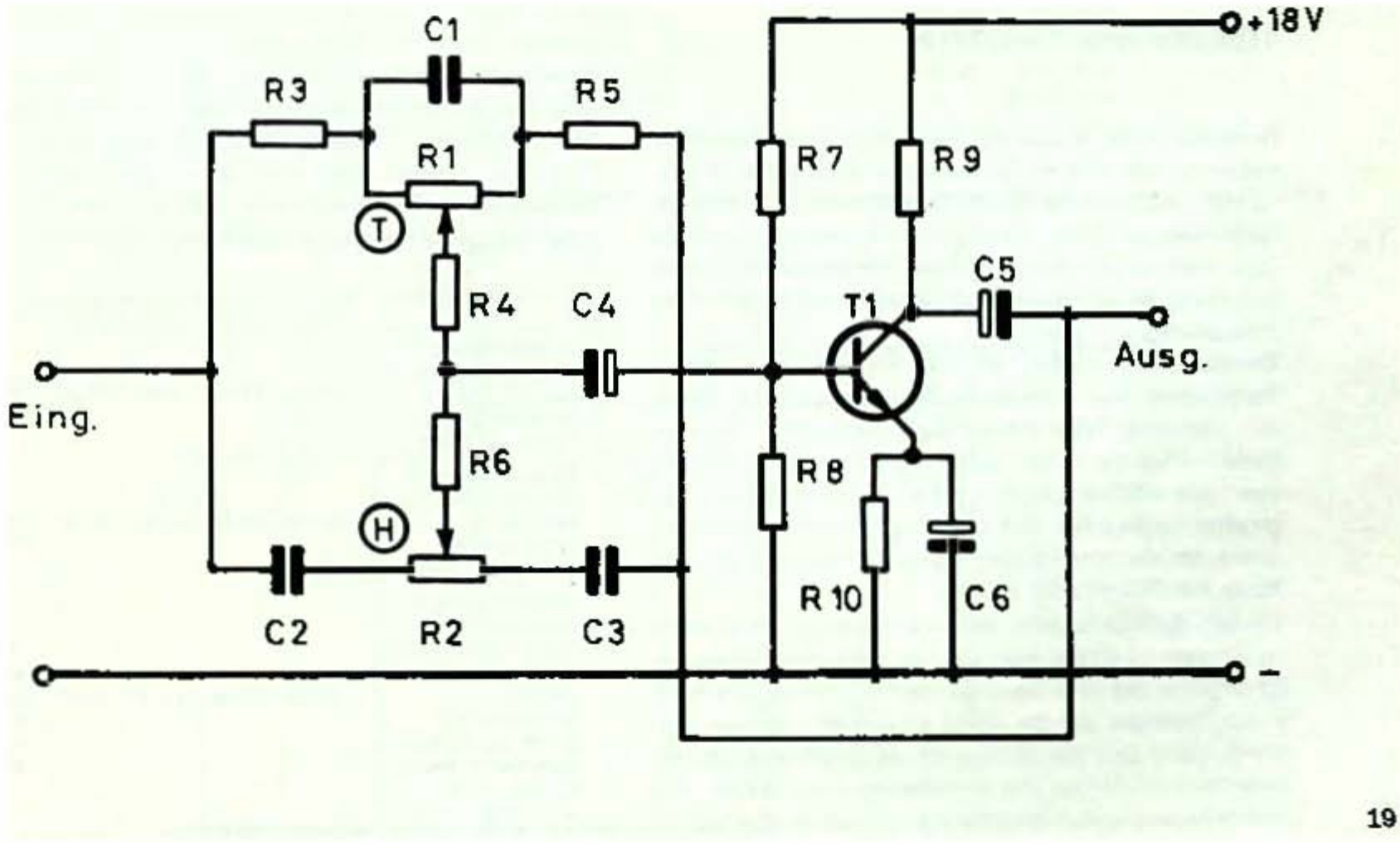
Neuartiges Filter für den Musikbereich

Zum Ausbügeln raumakustischer Mängel oder Verbesserung des Abstrahlverhaltens von Lautsprechern bedient man sich im allgemeinen frequenzabhängiger Spannungsteiler, die den unerwünschten Frequenzbereich, dies ist meistens die Mittellage um 1 kHz, bedämpft. Eine Schaltung, bei der eine echte Anhebung, bzw. Absenkung, ohne größere Verluste in der Mittellage vorgenommen wird, ist nebenstehend abgebildet. Sie arbeitet im Frequenzbereich von 20 Hz bis 20 kHz. Die Korrekturglieder liegen in einem Gegenkopplungszweig, welcher vom Kollektor zur Basis des Transistors verläuft. Der Einstellumfang der Regler R 1 und R 2 reicht bei den tiefsten Bässen (30 Hz) von + 19 bis —22 dB und bei den höchsten Tönen (20 kHz) von + 19 bis — 19 dB (19 dB = 8,9fach, 22 dB = 12,6fach).

Bei Mittelstellung beider Regler stellt sich ein linearer Frequenzgang ein. Die Spannungsverstärkung des Filters ist dann nicht ganz 1.
Die Eingangs- und Ausgangs-Scheinwiderstände sind frequenzabhängig und liegen bei 1 kHz um 40 kΩ bzw. 180 Ω.

Stückliste Schaltung 6

R	1	100 kΩ, Einstellwiderstand
R	2	100 kΩ, Einstellwiderstand
R	3	4,7 kΩ
R	4	39 kΩ
R	5	4,7 kΩ
R	6	5,6 kΩ
R	7	180 kΩ
R	8	33 kΩ
R	9	3,9 kΩ
R	10	1 kΩ
T	1	BC 108
C	1	39 nF
C	2	2,2 nF
C	3	2,2 nF
C	4	5 µF, Elko
C	5	50 µF, Elko
C	6	50 µF, Elko


C1
R3
R5
R1
T
R4
C4
R6
H
C2
R2
C3
Eing.
+18V
R7
R9
C5
T1
Ausg.
R8
R10
C6
–

Schaltung 7

Tonabnehmerentzerrer

Nebenstehende Schaltung zeigt einen Tonabnehmerentzerrer, mit dem es folgende Bewandnis hat: Hochwertige, magnetische Platten-Abtastsysteme geben, im Gegensatz zu Kristalltonabnehmern, nur eine geringe Spannung an den nachfolgenden Verstärker ab. Diese Spannung ist um so geringer, je tiefer die abgetastete Frequenz ist.

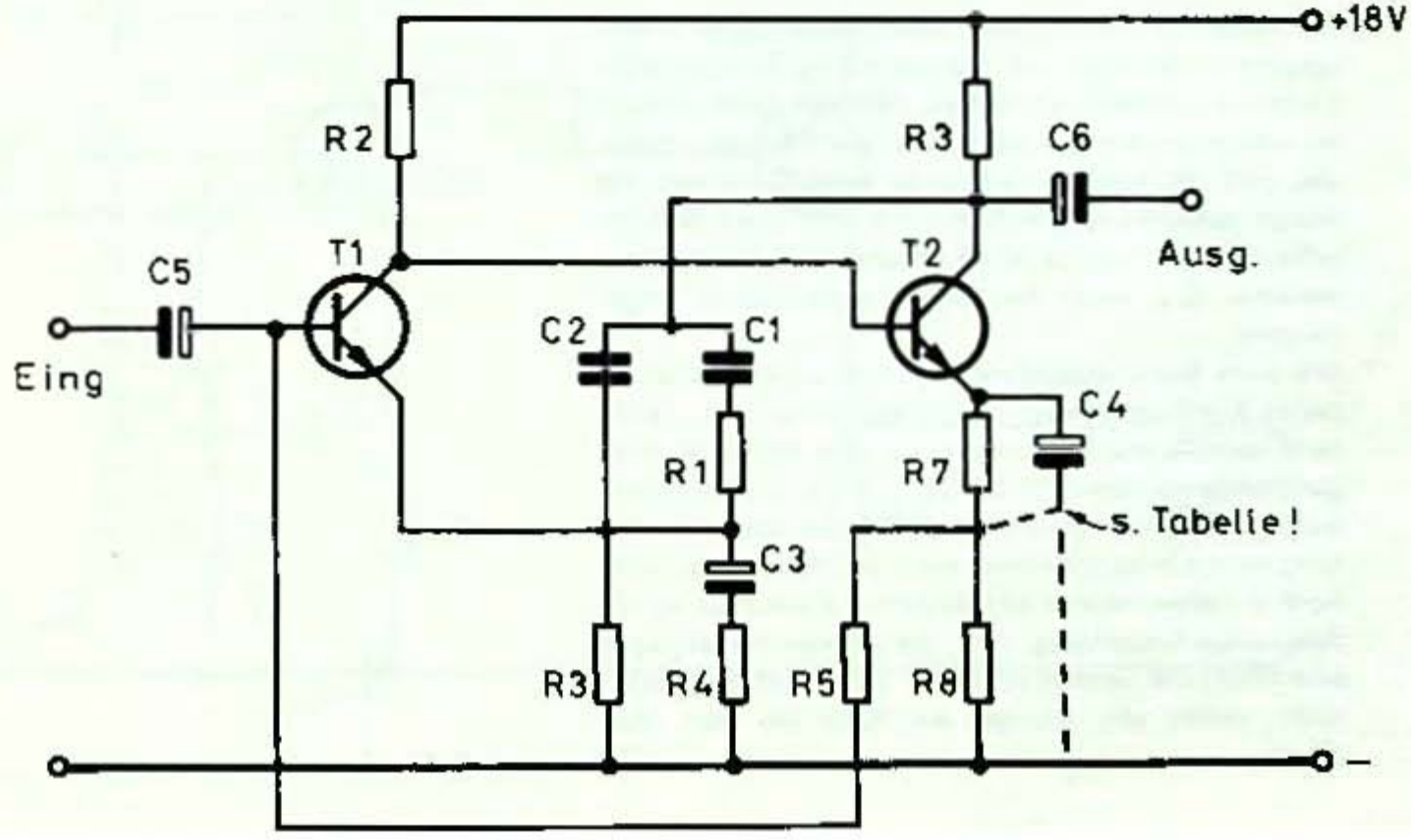
Ferner kommt hinzu, daß bei Schallplatten, zwecks Vermeidung von Rillenüberschneidungen, die Bässe mit kleinerer Rillenauslenkung geschnitten werden (tiefe Frequenzen haben nach physikalischen Gesetzen eine höhere Rillenauslenkung als hohe Frequenzen, bei gleicher Lautstärke) und zwar liegt die Übergangsfrequenz, bei der man mit dem Absenken beginnt, je nach Norm, bei 250 Hz oder 500 Hz.

Um bei der Wiedergabe das Nadelrauschen verringern zu können, bediente man sich ab 1950 eines weiteren Kunstgriffs, der darin bestand, die Frequenzen oberhalb 1 kHz überstark auf die Platte zu bringen. Um bei der Wiedergabe das Klangbild nicht zu verfälschen, ist es natürlich erforderlich, die überstarken Töne wieder abzuschwächen, wobei gleichzeitig im selben Verhältnis das Plattenrauschen mit abgeschwächt wird. Nebenstehender Tonabnehmerentzerrer, der bei 1000 Hz eine etwa 25fache Verstärkung hat, ist so ausgelegt, daß er, je nach Wahl der Schaltelemente, für verschiedene Schallplattensorten verwendbar ist. Die Dimensionierung der frequenzabhängigen Gegenkopplung für die drei wichtigsten Entzerrer-Frequenzgänge ist aus der Tabelle zu ersehen. Man kann die entsprechenden Widerstände und Kondensatoren auch an einen Schalter legen und hat so einen umschaltbaren Entzerrer.

	R 1	C 1	C 2	C 3	C 4
Frequenzgang 1 Übergangsfrequenz bei 250 Hz Anhebung bei 20 Hz ca. 9fach	56 kΩ	12 nF	entf.	25 µF	an Masse
Frequenzgang 2 Übergangsfrequenz bei 500 Hz Anhebung bei 20 Hz ca. 11fach	56 kΩ	5,6 nF	entf.	25 µF	an Masse
Frequenzgang 3 passend für die heute übliche Norm für Mono- u. Stereoplatten Anhebung bei 20 Hz ca. 8fach Absenkung bei 20 kHz ca. 9fach auf 1 kHz bezogen	47 kΩ	6,8 nF	2,2 nF	5 µF	an Verbindung R 5, R 7, R 8

Stückliste Schaltung 7

R 1	s. Tabelle	R 5	270 kΩ	C 1	s. Tabelle
R 2	120 kΩ	R 6	2,2 kΩ	C 2	s. Tabelle
R 3	3,9 kΩ	R 7	680 Ω	C 3	s. Tabelle, Elko
R 4	2,7 kΩ	R 8	330 Ω	C 4	250 µF, Elko
		T 1	BC 109	C 5	5 µF, Elko
		T 2	BC 108	C 6	50 µF, Elko



Schaltung 8

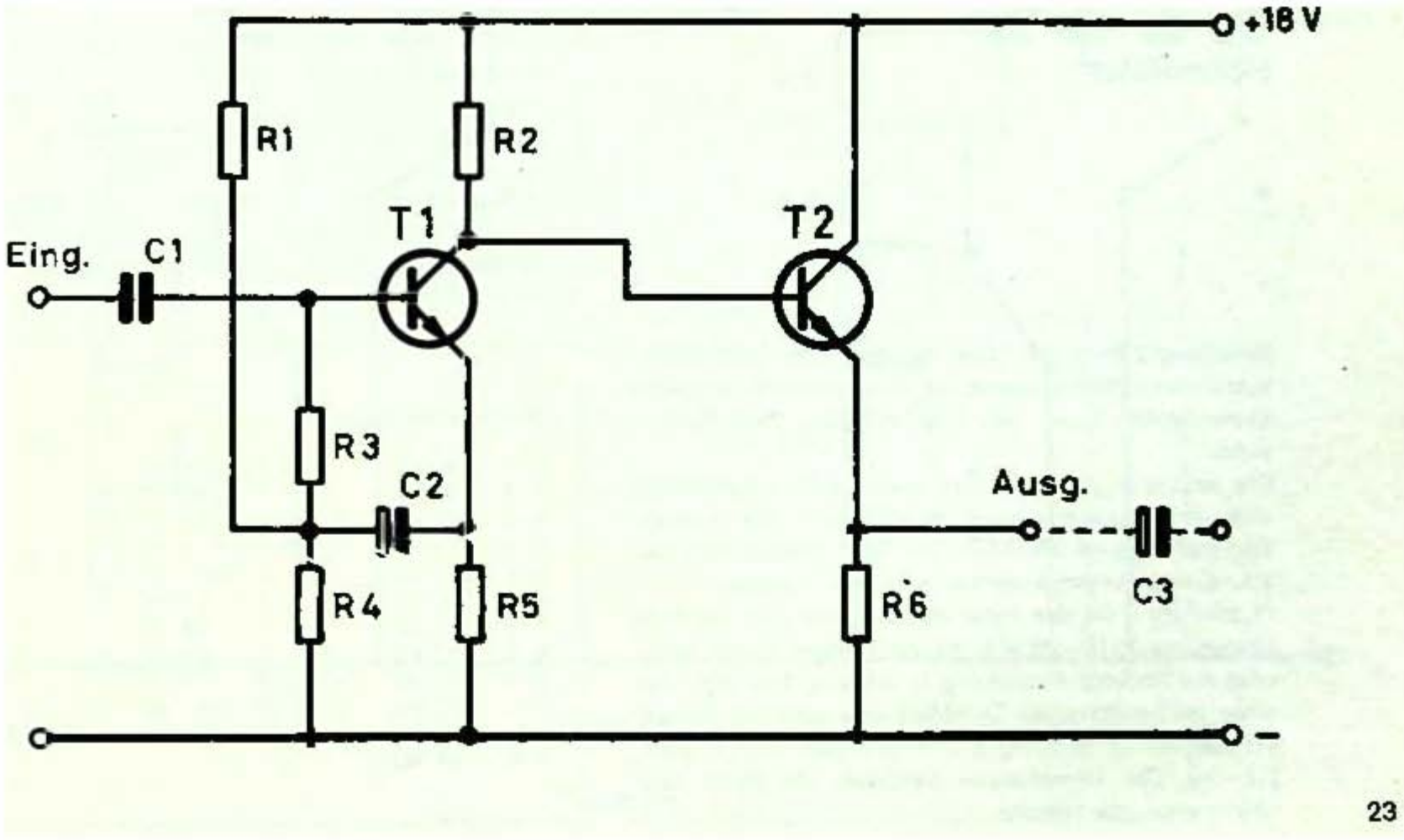
Universal-Trennverstärker

Die nächste Schaltung zeigt einen zweistufigen Trennverstärker, der zwar zum Entkoppeln des kombinierten Tiefen- und Höhenfilters auf der nächsten Seite gedacht ist, aber auch sehr gut als Impedanzwandler zu verwenden geht. Im zweiten Fall ist es empfehlenswert, die Ausgangsspannung gleichstromfrei über einen Elektrolytkondensator von ca. 50 µF abzunehmen. Dieser Kondensator, C 3, ist in der Schaltung gestrichelt eingezeichnet.

Die erste Stufe wird stark gegengekoppelt, um einen hohen Eingangswiderstand (3,6 MΩ) zu erhalten, während man zwecks Erzielung eines sehr niedrigen Ausgangswiderstandes (250 Ω) die 2. Stufe in Basisschaltung (= Emitterfolgeschaltung) betreibt. Eine Verstärkung erfolgt in Impedanzwandlern im allgemeinen nicht. Auch in nebenstehend abgebildetem Verstärker ist die Spannungsverstärkung = 1, die Bandbreite dagegen sehr hoch. Die Grenzfrequenzen des Übertragungsbereichs gehen von weniger als 20 Hz bis weit über 20 kHz.

Stückliste Schaltung 8

R	1	470 kΩ
R	2	22 kΩ
R	3	150 kΩ
R	4	180 kΩ
R	5	22 kΩ
R	6	27 kΩ
T	1	BC 108
T	2	BC 108
C	1	47 nF
C	2	5 µF, Elko
C	3	50 µF, Elko


+18 V
R1
R2
T1
T2
Eing.
C1
R3
C2
Ausg.
C3
R4
R5
R6
–

Schaltung 9

Kombiniertes Tiefen- und Höhenfilter

Grenzfrequenzen	f_u	f_o
Schalterstellung 1	20 Hz	20 kHz
Schalterstellung 2	40 Hz	11 kHz
Schalterstellung 3	80 Hz	9 kHz
Schalterstellung 4	160 Hz	4,5 kHz
Schalterstellung 5	270 Hz	3,2 kHz

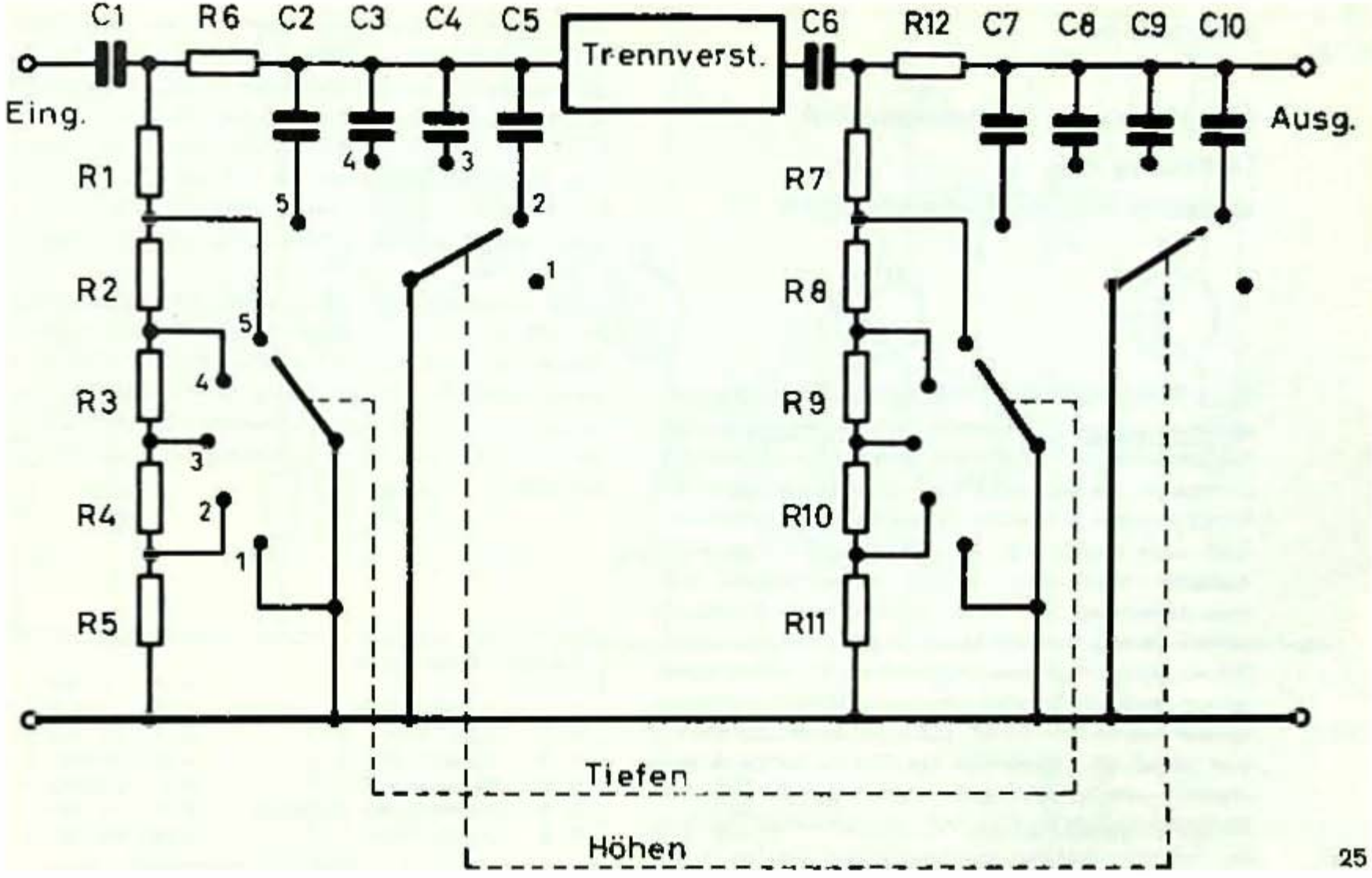
Schaltung 9 zeigt ein Filter, mit dem man beim Überspielen von Tonbandgerät auf Tonbandgerät, anderen Experimenten usw., den Frequenzgang beeinflussen kann.

Die Anordnung besteht aus zwei gleich aufgebauten hintereinandergeschalteten RC-Gliedern, die zwecks Entkopplung untereinander über den in Schaltung 8 beschriebenen Trennverstärker verbunden werden.

In Stellung 1 ist das Filter abgeschaltet und der Frequenzgang 20 Hz—20 kHz ist weitgehend linear, während die höchste Absenkung in Stellung 5 erfolgt. Bei einer glockenförmigen Durchlaßkurve sind die Grenzfrequenzen in Stellung 5 270 und 3200 Hz (s. auch Tabelle). Die Dämpfungen betragen bei 60 Hz und 15 kHz etwa das 12fache.

Stückliste Schaltung 9

R 1	4,7 kΩ	C 1	0,15 µF
R 2	4,7 kΩ	C 2	3,9 nF
R 3	10 kΩ	C 3	2,2 nF
R 4	22 kΩ	C 4	1,0 nF
R 5	220 kΩ	C 5	820 pF
R 6	10 kΩ	C 6	0,15 µF
R 7	4,7 kΩ	C 7	3,9 nF
R 8	4,7 kΩ	C 8	2,2 nF
R 9	10 kΩ	C 9	1,0 nF
R 10	22 kΩ	C 10	820 pF
R 11	220 kΩ	2 Stück Stufenschalter 2 x (5 x 1)	
R 12	10 kΩ		


C1
R6
C2
C3
C4
C5
Trennverst.
C6
R12
C7
C8
C9
C10
Eing.
Ausg.
R1
R2
R3
R4
R5
R7
R8
R9
R10
R11
Tiefen
Höhen

Schaltung 10

Schaltung zur automatischen Trennung von Sprache und Musiksendungen

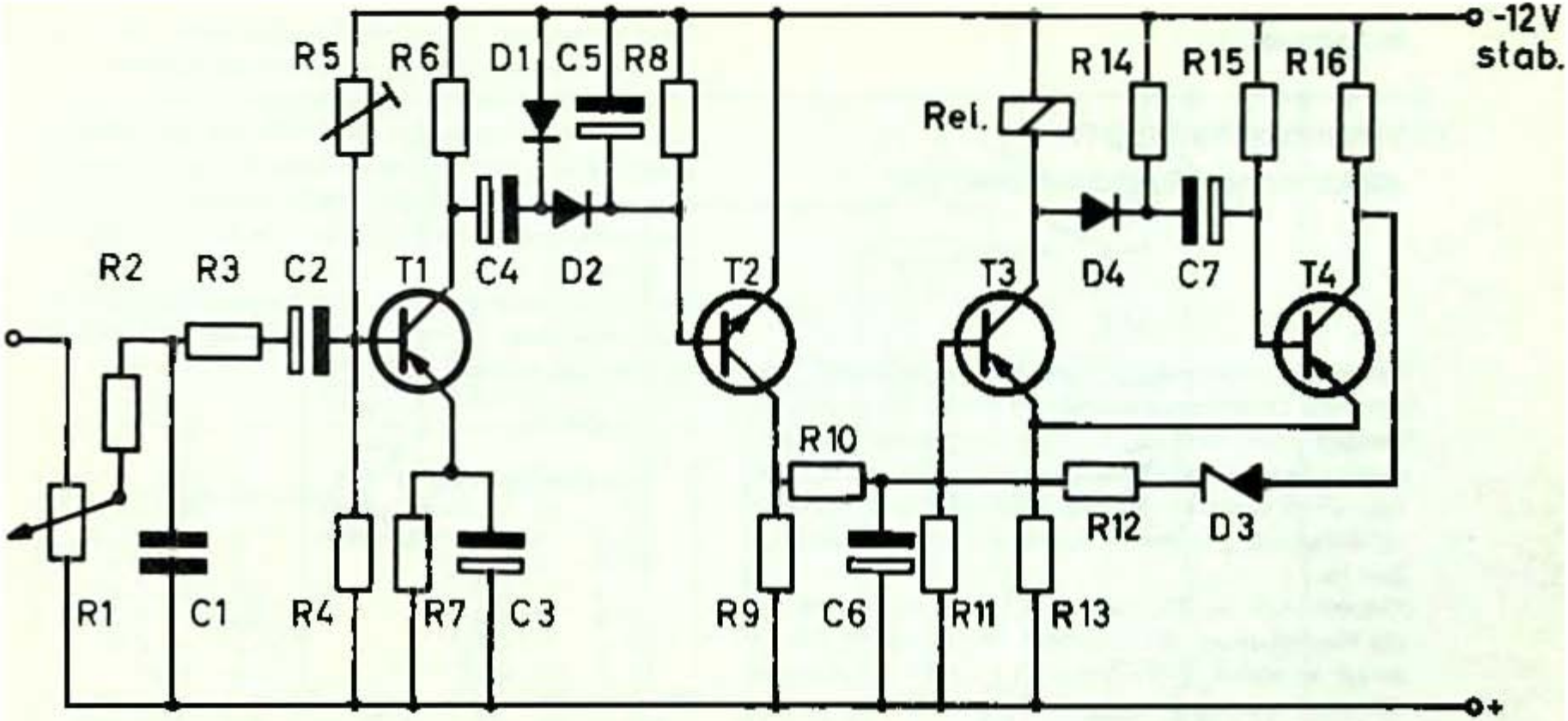
Diese Schaltung läßt sich mannigfaltig anwenden, beispielsweise beim Abhören von Rundfunksendungen mit Reklameeinlagen. Folgt nach einem Musikstück eine Durchsage, die man nicht hören möchte, so kann das Relais an einer passenden Stelle die NF unterbrechen. Auch wäre denkbar, bei Sprachsendungen eine automatische Umschaltung des NF-Frequenzganges, d. h. eine Absenkung der Bässe vorzunehmen. Hierdurch entfällt die sog. Sprache/Musik-Taste.

Die nachfolgend genauer besprochene Schaltung arbeitet nur, wenn die Sprachspannung im Mittel mindestens um den Faktor 3,16 (10 dB) höher ist als bei der Musik, was jedoch im allgemeinen der Fall ist. In der ersten Stufe T 1 wird das NF-Signal verstärkt und dann in einer Verdopplerschaltung (D 1, D 2) gleichgerichtet. Die Spitzen der entstehenden Gleichspannung werden in T 2 weiter verstärkt und einem monostabilen Multivibrator (sog. Mono) zugeführt. Beim Eintreffen des ersten Eingangsimpulses spricht der Mono für ca. 25 Sekunden an. In der gleichen Zeit bleibt das Relais angezogen. Das automatische Zurückkippen des Multivibrators wird über den Gleichstromweg D 3 und R 12 ausgelöst. Die Betriebsspannung der Anordnung muß konstant gehalten, d. h. mit einer Zenerdiode auf 12 Volt stabilisiert werden.

Die Ansprechempfindlichkeit, welche frequenzabhängig ist, läßt sich mit dem Regler R 1 einstellen. Am empfindlichsten ist die Schaltung zwischen 100 und 1000 Hz. In diesem Bereich genügen knapp 80 mV, während zwischen 100 und 30 Hz sowie zwischen 1000 und 3200 Hz der Wert der benötigten Spannung auf etwa 110 mV ansteigt.

Stückliste Schaltung 10

R 1	2 kΩ, Einstellwiderstand	R 7	2 kΩ
R 2	1,2 kΩ	R 8	6,8 kΩ
R 3	1,2 kΩ	R 9	2 kΩ
R 4	6,8 kΩ	R 10	30 Ω
R 5	25 kΩ, Einstellwiderstand	R 11	6,8 kΩ
R 6	2 kΩ	R 12	5 kΩ
		R 13	100 Ω



R 14	3 kΩ	C 3	100 µF, Elko	D 1	BAY 44	T 1	ACY 23
R 15	60 kΩ	C 4	25 µF, Elko	D 2	BAY 44	T 2	BFY 33
R 16	1,5 kΩ	C 5	100 µF, Elko	D 3	BZY 83 C 10 (Zenerdiode)	T 3	ASY 70
C 1	50 nF	C 6	25 µF, Elko			T 4	ASY 70
C 2	50 µF, Elko	C 7	500 µF, Elko	D 4	AAY 27	Rel	Kleinrelais, 1,5 kΩ

Schaltung 11

Vibratorschaltung für elektrische Musikinstrumente

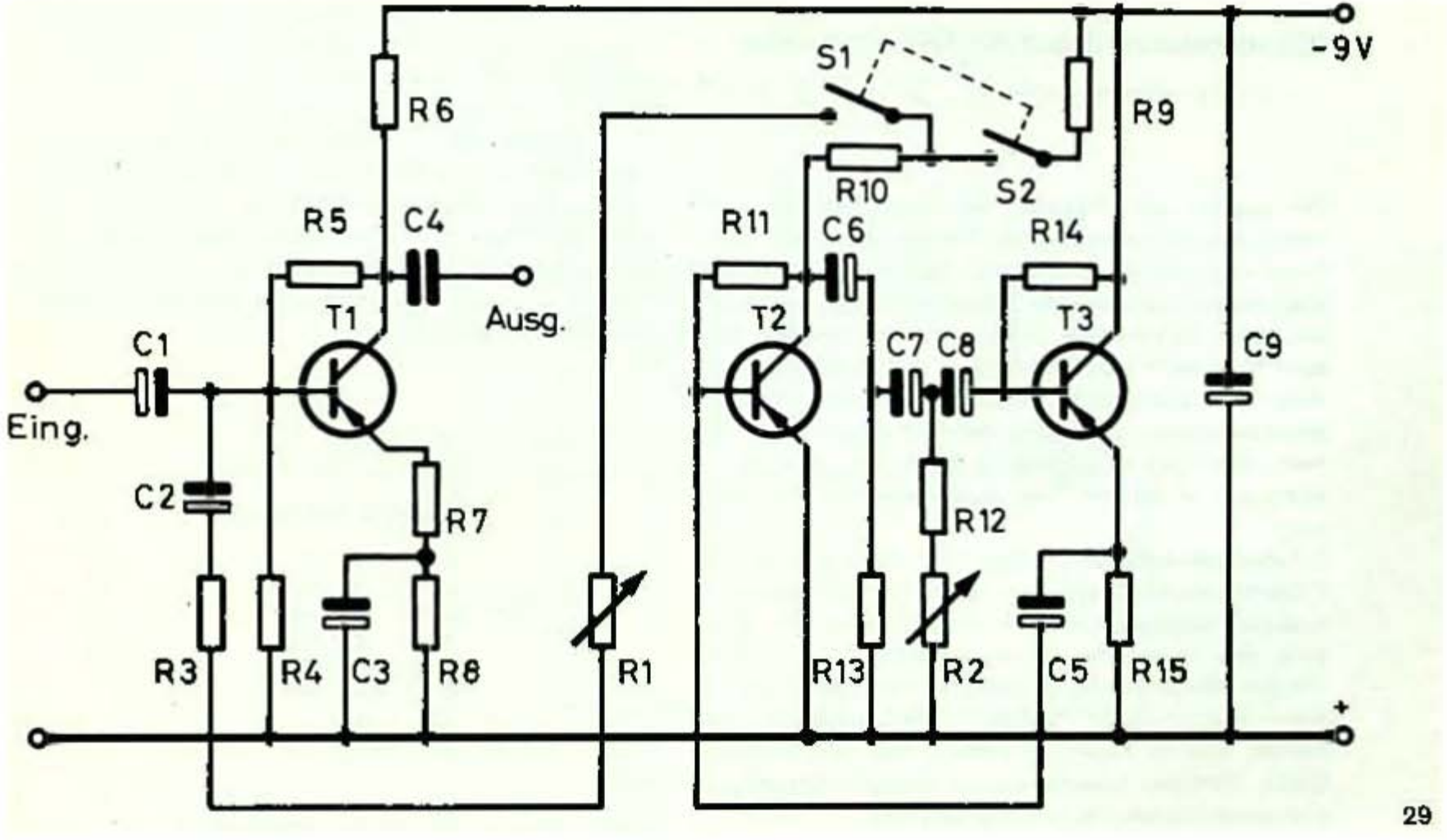
Um beim Spielen elektrischer Musikinstrumente, wie Gitarren, Orgeln usw., besondere Effekte zu erzeugen, bedient man sich u. a. sog. Vibratorschaltungen. Solche Anordnungen überlagern bzw. beeinflussen die Lautstärke eines NF-Signals oder die Frequenz einer NF-Schwingung mit einer niedrigen Frequenz von einigen Hz.

Nebenstehendes Bild zeigt eine Schaltung, welche für die Beeinflussung der Lautstärke ausgelegt ist. Die in einem astabilen Multivibrator (T 2 und T 3) erzeugte Vibratorfrequenz von 3 bis 10 Hz regelt die Verstärkung von T 1 im vorgeschalteten Hilfsverstärker. Diese Regelung ist sowohl in der Frequenz, durch R 2 und in der Amplitude, durch R 1, stetig einstellbar (Geschwindigkeit und Stärke der Beeinflussung). Mit den beiden mechanisch gekoppelten Schaltern S 1 und S 2 läßt sich der Vibratorteil abschalten, so daß der Hilfsverstärker auch zur Vorverstärkung von magnetischen (niederohmigen) Instrument-Tonabnehmern, die bekanntlich nur eine geringe NF-Spannung abgeben, verwendet werden kann. Da Transistorschaltungen mikrofonlearm, d. h. klingsicher sind, läßt sich der Vibrator einschließlich des Hilfsverstärkers auch direkt in die entsprechenden Musikinstrumente einbauen. Eine passende Druckplatte (RIM) hat nur eine Ausdehnung von 35 x 70 mm.

Die Eingangsspannung der Vibratorschaltung kann bis zu 5 mV betragen. Im Hilfsverstärker findet eine 40fache Verstärkung statt.

Stückliste Schaltung 11

R 1	25	kΩ, Einstellwiderst.	T 1	AC 151 r	
R 2	2,5	kΩ, Einstellwiderst.	T 2	AC 151 r	
R 3	10	kΩ	T 3	AC 151 r	
R 4	51	kΩ	C 1	10 µF, Elko	
R 5	1	MΩ	C 2	1 µF, Elko	
R 6	4,7	kΩ	C 3	50 µF, Elko	
R 7	300	Ω	C 4	22 nF	
R 8	200	Ω	C 5	30 µF, Elko	
R 9	270	Ω	C 6	10 µF, Elko	
R 10	510	Ω	C 7	5 µF, Elko	
R 11	47	kΩ	C 8	5 µF, Elko	
R 12	390	Ω	C 9	100 µF, Elko	
R 13	1	kΩ	S 1	Schalter (2 x 1)	
R 14	22	kΩ	S 2		
R 15	4,7	kΩ			


-9V
S1
S2
R6
R9
R10
R5
C4
R11
C6
R14
T1
T2
T3
Ausg.
C1
C7
C8
C9
Eing.
C2
R7
R12
R3
R4
C3
R8
R1
R13
R2
C5
R15
+

Schaltung 12

Mikrofonverstärker für Röhrengeräte

Oft besteht der Wunsch, die Empfindlichkeit des Plattenspielereingangs eines Röhrenverstärkers bzw. Rundfunkgeräts so zu erhöhen, daß ein Mikrofon angeschlossen werden kann. Wenn der Einbau einer zusätzlichen Röhrenstufe EF 86 o. ä. aus Platzgründen aber nicht mehr möglich ist, kann man natürlich auch eine Transistorvorstufe einbauen, die man mit der gleichgerichteten und gut gesiebten Heizspannung betreibt. Aber auch eine Speisung mit der hohen Anodenspannung ist möglich, wie nebenstehende Schaltung zeigt.

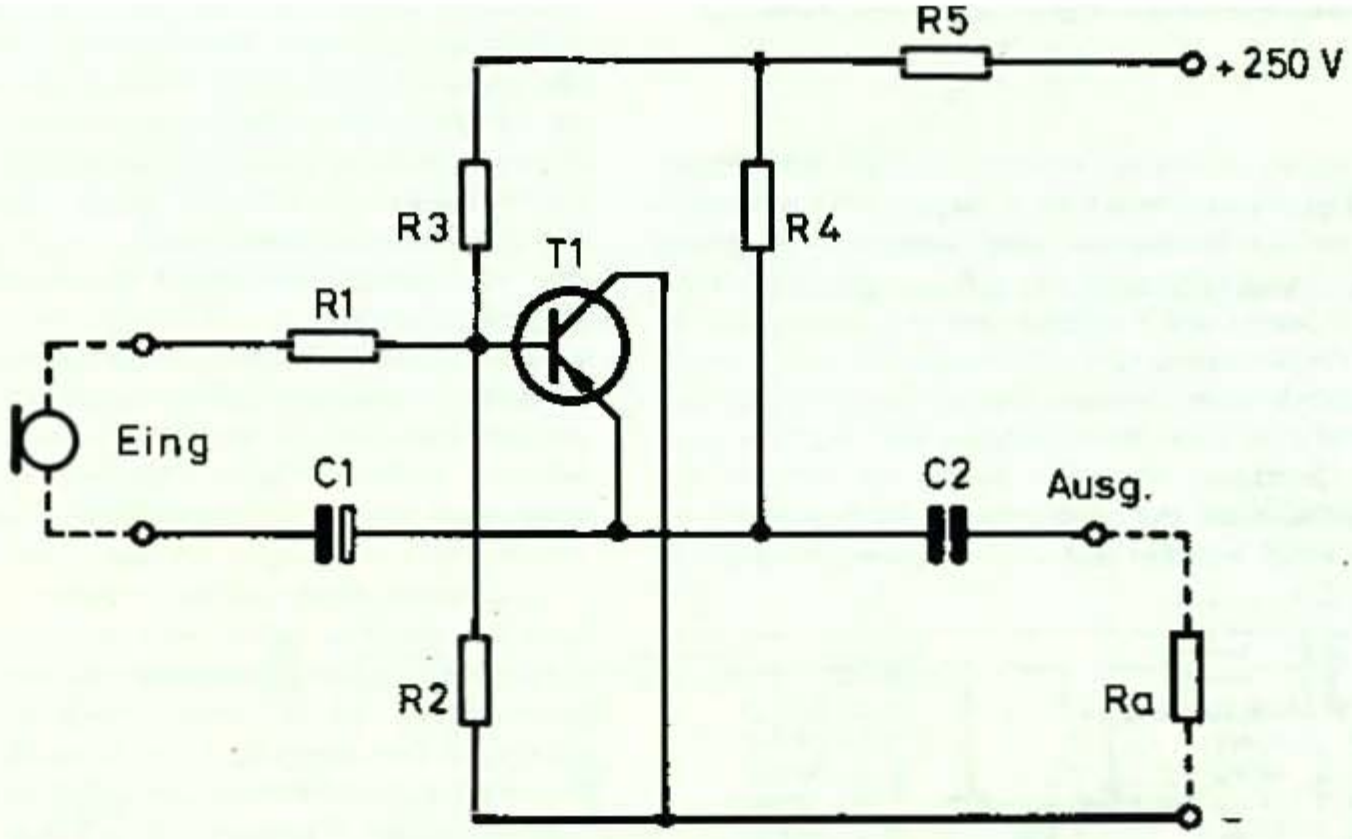
Schaltungsbeschreibung: Der Transistor arbeitet in Kollektorschaltung, d. h. die verstärkte NF-Spannung wird am Emitterwiderstand (R 4) abgenommen. Der Eingang des Verstärkers ist so ausgelegt, daß niederohmige Mikrofone von ca. 200 Ω, ohne Hinzuschaltung eines Mikrofontransformators, direkt angeschlossen werden können. Hierdurch entfällt eine üble Brummquelle. Weitere Vorteile dieses Mikrofonverstärkers sind seine Mikrofonie- und Rauscharmut.

Die Verstärkung ist in dieser Schaltung etwa 300fach. Bei einem Außenwiderstand von 5 kΩ erhält man bei lautem Besprechen des Mikrofons eine Ausgangsspannung von 1,5 bis 1,8 V. Die Durchlaßkurve reicht auf beiden Seiten weit über den für gute Musikaufnahmen erforderlichen NF-Bereich hinaus.

Zum Aufbau: Die Schaltelemente und der Transistor lassen sich leicht auf eine Platine mit gedruckten Leiterbahnen unterbringen. Der Aufbau ist nicht kritisch, doch achte man beim Zusammenschalten mit dem Röhrengerät darauf, daß der Verstärker nicht in die Nähe der Endröhren des Netztransformators oder anderer Hitzeentwickler eingebaut wird.

Stückliste Schaltung 12

R	1	100 Ω
R	2	0,1 MΩ
R	3	0,47 MΩ
R	4	5,6 kΩ
R	5	0,33 MΩ
C	1	100 µF, Elko
C	2	8 µF
T	1	OC 70 (AC 125)


R5
+ 250 V
R3
R4
T1
R1
Eing
C1
C2
Ausg.
R2
Ra
-

Schaltung 13

Sprachspitzenbegrenzer (Klipper)

Hin und wieder werden in der NF-Technik Schaltungen benötigt, die automatisch dafür sorgen, daß bei schwankendem Lautstärkepegel eine bestimmte Spannung nicht überschritten wird, so z. B. bei der Modulation von Amateur- und Fernsteuersendern. Bekanntlich ist die Verständigung bzw. die Reichweite eines amplitudenmodulierten Senders bei 100%iger Modulation am höchsten. Eine Übermodulation muß dagegen unter allen Umständen vermieden werden, da nicht nur die Verständlichkeit des gesprochenen Wortes sehr darunter leidet, sondern auch eine unzulässig hohe Bandbreite eingenommen wird, die mit Sicherheit frequenzbenachbarte Stationen stört.

Damit nun trotz lautem und leisem Sprechen und trotz verschieden großer Abstände zum Mikrofon der Modulationsgrad knapp unter 100% gehalten wird, ohne eine Übermodulation befürchten zu müssen, schaltet man in den NF-Zweig einen Sprachspitzenbegrenzer und für höhere Ansprüche (Hi—Fi) einen Dynamikbegrenzer. Auch in der Fernsteuertechnik lassen sich senderseitig und was aber noch wichtiger ist, empfängerseitig (s. auch Tonrufempfänger) solche Begrenzerschaltungen mit Erfolg anwenden.

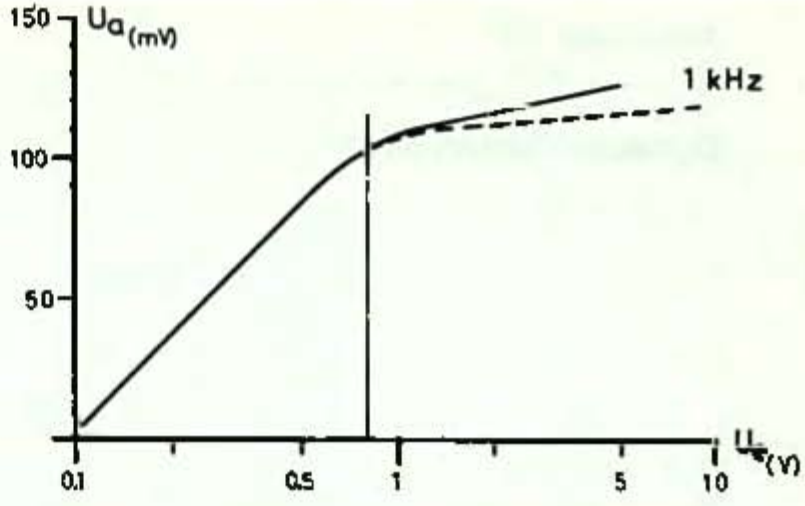
Bei allen einfachen Begrenzerschaltungen ist es jedoch so, daß eine sinusförmige Spannung durch das Abkappen der Spitzen in eine solche mit Trapez- oder Rechteckform verwandelt wird. Hierdurch entstehen besonders bei hohen Frequenzen Oberwellen und damit nichtlineare Verzerrungen mit allen ihren Nachteilen. In Modulationsverstärkern ist es daher unbedingt erforderlich, die Oberwellen wieder wegzufiltern und nur einigermaßen sinusförmige Spannungen zum Sender durchzulassen. Auf der Empfängerseite von Fernsteueranlagen ist dies allerdings nicht so wichtig, da Tonrufempfänger auch auf stark verzerrte Signale ansprechen.

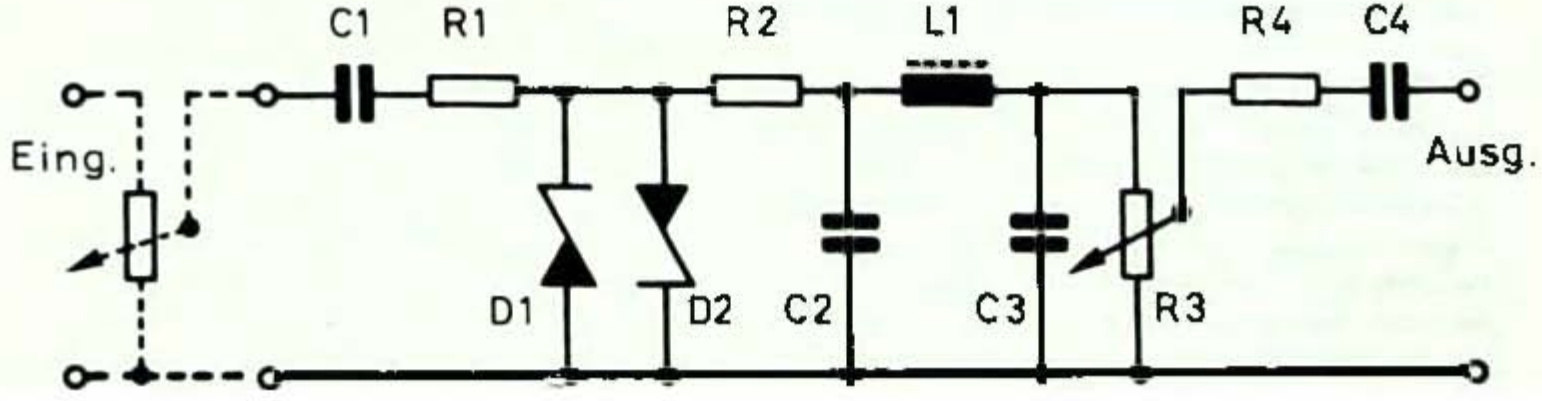
Nebenstehende Abbildung zeigt einen einfachen Sprachspitzenbegrenzer, der ab 0,8 V am Eingang mit der Begrenzung beginnt und eine Ausgangsspannung von max. 125 mV bereitstellt. Der Frequenzgang ist

Stückliste Schaltung 13

R	1	10 kΩ	D	2	BZY 87
R	2	10 kΩ	C	1	47 nF
R	3	5 kΩ, Einstellwiderstand	C	2	39 nF
R	4	10 kΩ	C	3	4,7 nF
D	1	BZY 87	C	4	0,1 µF
			L	1	ca. 1 H

innerhalb des Sprachbereiches nahezu linear. Die Schaltung arbeitet ohne zusätzliche Verstärkung und ohne Stromquelle für die Dioden. Da normale Dioden Wechselspannungen nur leiten, wenn man ihnen eine in Durchlaßrichtung gepolte Gleichspannung zuführt (s. elektronischer Schalter), funktioniert die Schaltung nur mit den in der Stückliste angegebenen speziellen Zenerdioden. Die durch das Abkappen entstandenen Oberwellen werden durch R 2, C 2 und durch die Drossel L 1 in Verbindung mit C 3 ausreichend geschwächt. Mit dem Regler R 3 läßt sich die hinter dem Begrenzer zur Verfügung stehende Spannung zum genauen Einstellen des Modulationsgrades abgreifen, während sich mit einem Regler vor dem Begrenzer, hier gestrichelt eingezeichnet, evtl. noch in Verbindung mit einem Verstärker, lediglich die Mikrofonempfindlichkeit, nicht aber der Modulationsgrad einstellen ließe.





Schaltung 14

Dynamikbegrenzer

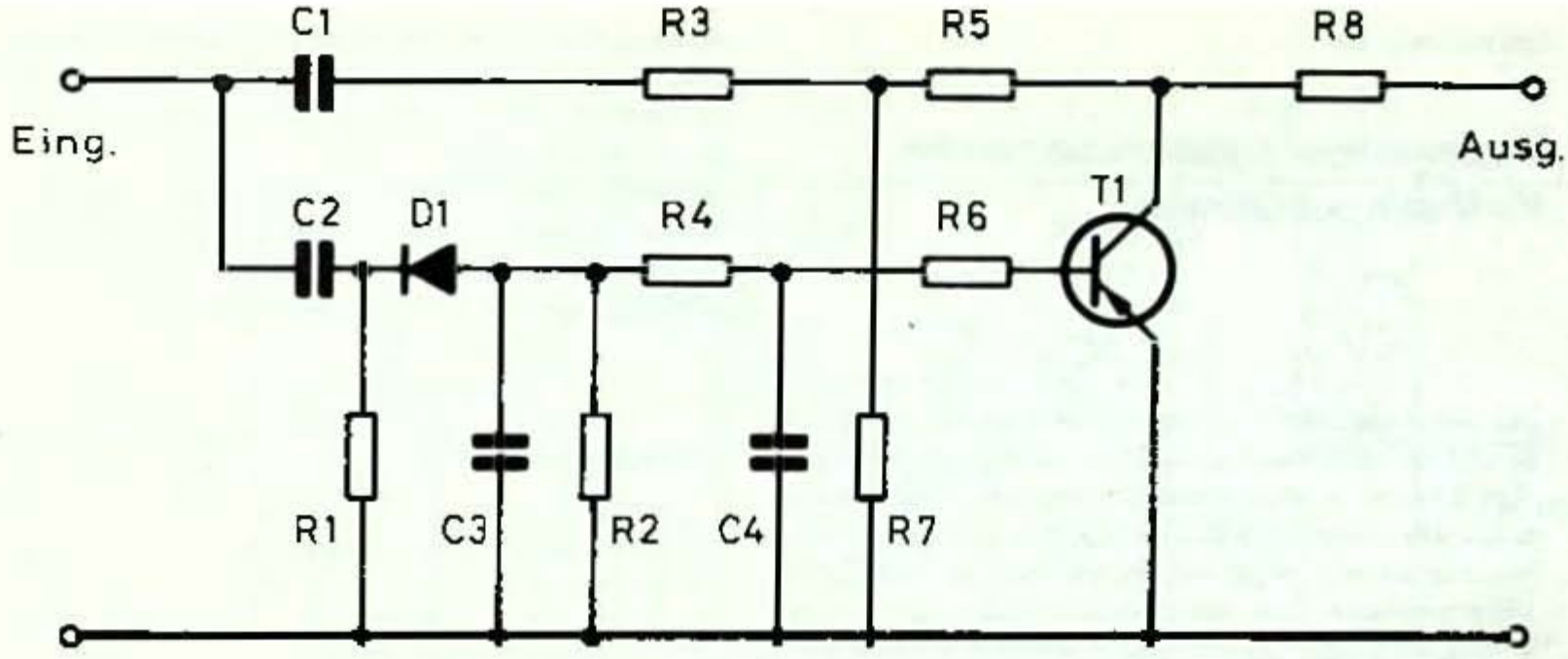
Dynamikbegrenzer, auch Dynamikkompressor genannt, sind Anordnungen, welche die Dynamik, das ist der Lautstärkeumfang eines Musikstücks oder eines gesprochenen Wortes, verringern bzw. auf einen Höchstwert beschränken. Die Gründe hierfür sind die gleichen, wie in der Beschreibung zur Schaltung 13 schon aufgeführt.

Im Gegensatz zu einfachen Begrenzern, in denen die Lautstärkespitzen erst einmal abgekappt und dann die entstandenen Oberwellen herausgefiltert werden, arbeiten Dynamikbegrenzer anders. In ihnen wird entweder die durch eine Gleichspannung steuerbare Leitfähigkeit eines Transistors ausgenutzt, s. hierzu nebenstehende Schaltung, oder aber es werden ähnlich wie bei der Schwundregelung in einem Rundfunkgerät verschiedene Verstärkerstufen geregelt. Hierzu siehe nächste Schaltung.

In nebenstehender Schaltung erkennt man einen Spannungsteiler, in dem der Querwiderstand jedoch durch einen Transistor gebildet wird. Dieser Transistor wird von der gleichgerichteten Eingangsspannung mehr oder weniger durchgesteuert, d. h. leitend gemacht und wirkt dann hinter dem Längswiderstand, R 5, ähnlich wie ein Regelwiderstand. Damit der Transistor die ihm zugeführte Wechselspannung nicht gleichrichtet und somit doch abkappt, ist ein ohmscher Spannungsteiler, R 3 und R 7, vorgeschaltet, der eine Übersteuerung von T 1 verhindert.

Die vom Eingang über C 2 abgegriffene Spannung wird in der Diode D 1 gleichgerichtet, in der RC-Kombination R 4, C 4 von einer evtl. noch vorhandenen Restwelligkeit befreit und dem Transistor als Regelspannung zugeführt. Eine gute Siebung ist an dieser Stelle unbedingt erforderlich, da Wechselspannungsreste durch Mischung in T 1 die Ausgangsspannung verzerren würden. Die Zeitkonstante dieser RC-Kombination soll jedoch nicht zu groß gemacht werden, damit auch schnell ansteigende Lautstärkespitzen sicher ausgeregelt werden. Dies gilt auch für R 2 und C 3.

Die ganze Anordnung arbeitet ohne zusätzliche Gleichspannung. Es kann also keine Verstärkung des zugeführten Signals erfolgen. Ab etwa 0,4 V am Eingang, der niederohmig für etwa 200—1000 Ω ausgelegt ist,



beginnt die Regelung zu arbeiten, und es steht dann am Ausgang eine konstante Spannung von 12 mV zur Verfügung. Die Regelkurve gleicht der des Begrenzers in Schaltung 13, verläuft jedoch nach dem Knick noch günstiger, d. h. flacher. Die Bandbreite des Dynamikbegrenzers ist größer als die des Sprachspitzenbegrenzers. Der Frequenzgang verläuft von 100 bis 10000 Hz und reicht so auf beiden Seiten weit in den Musikbereich hinein.

Stückliste Schaltung 14

R	1	12 kΩ	R	8	22 kΩ
R	2	120 kΩ	D	1	OA 85
R	3	10 kΩ	T	1	OC 603 oder AC 150
R	4	10 kΩ	C	1	0,1 µF
R	5	10 kΩ	C	2	0,82 µF
R	6	8,2 kΩ	C	3	1 µF
R	7	4,7 kΩ	C	4	1 µF

Schaltung 15

Hochwertiger Dynamikbegrenzer für Musikaufnahmen

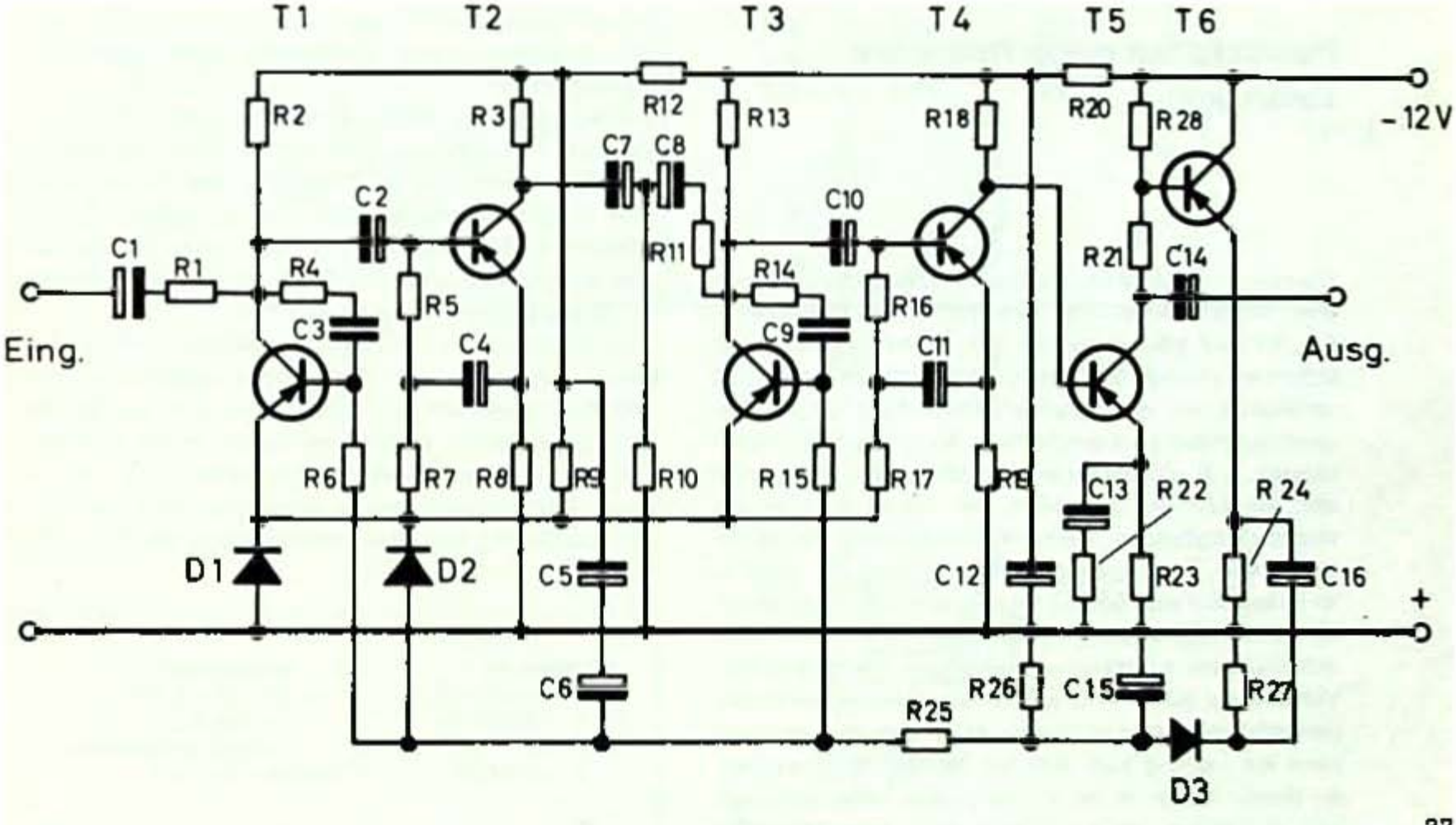
Bei der Aufnahme von Musik und Sprache auf Tonbänder verlangt man heute immer mehr, daß das ständige Beobachten des Aussteueranzeigers (Instrument, magisches Auge) entfällt. Große Lautstärkespitzen sollen automatisch ausgebügelt werden, so daß eine Übermodulation des Bandes vermieden wird. Eine solche Schaltung, die auch für hochwertige Musikaufnahmen einzusetzen geht, zeigt nebenstehende Abbildung. Der Frequenzgang verläuft von 30 bis 15000 Hz und selbst bei Schwankungen des Eingangssignals von 40 dB (1:100) bleibt die Ausgangsspannung auf 2 dB (1:1,26) konstant.

Im Prinzip wird ein Teil der Ausgangsspannung gleichgerichtet. Mit dieser Gleichspannung werden bei lauten Stellen die Transistoren in mehreren Stufen geregelt. Die Regelung erfolgt jedoch verzögert, d. h. bei kleinerer Eingangsspannung werden die Verstärker noch nicht heruntergeregelt. Erzeugt wird die Regelspannung im Transistor T 6, dessen Basis am angezapften Arbeitswiderstand des Ausgangstransistors T 5 angekoppelt ist, während die Gleichrichtung der Regelspannung in der Diode D 3 erfolgt.

Bei Eingangsspannungen von 10 mV bis 1 V beträgt die Ausgangsspannung 0,95—1,2 V und steht an einem Ausgangswiderstand von 10 kΩ zur Verfügung. Der Eingangswiderstand beträgt ebenfalls 10 kΩ.

Stückliste Schaltung 15

R 1	10 kΩ	R 18	5,6 kΩ	C 7	2 µF Elko
R 2	2,2 kΩ	R 19	470 Ω	C 8	2 µF Elko
R 3	5,6 kΩ	R 20	100 Ω	C 9	1 µF
R 4	2,2 kΩ	R 21	330 Ω	C 10	2 µF Elko
R 5	4,7 kΩ	R 22	33 Ω	C 11	100 µF Elko
R 6	3,9 kΩ	R 23	1,2 kΩ	C 12	2500 µF Elko
R 7	330 Ω	R 24	1 kΩ	C 13	100 µF Elko
R 8	470 Ω	R 25	5,6 kΩ	C 14	2 µF Elko
R 9	820 Ω	R 26	10 kΩ	C 15	250 µF Elko
R 10	22 kΩ	R 27	1 kΩ	C 16	10 µF Elko
R 11	2,2 kΩ	R 28	1 kΩ	D 1	S 32
R 12	100 Ω	C 1	2 µF Elko	D 2	S 32
R 13	2,2 kΩ	C 2	2 µF Elko	D 3	FD 4
R 14	2,2 kΩ	C 3	1 µF	T 1	OC 306/3
R 15	3,9 kΩ	C 4	100 µF Elko	T 2	OC 306/3
R 16	4,7 kΩ	C 5	2500 µF Elko	T 3	OC 304/3
R 17	330 Ω	C 6	10 µF Elko	T 4	OC 306/3
				T 5	OC 304/3
				T 6	OC 308


T1
T2
T3
T4
T5
T6
R2
R3
R12
R13
R18
R20
R28
-12V
C7
C8
C2
C10
C1
R1
R4
R11
R14
R16
R21
C14
R5
C3
C4
C9
C11
Eing.
Ausg.
R6
R7
R8
R9
R10
R15
R17
R19
C13
R22
R24
D1
D2
C5
C12
R23
C16
+
C6
R26
C15
R27
R25
D3

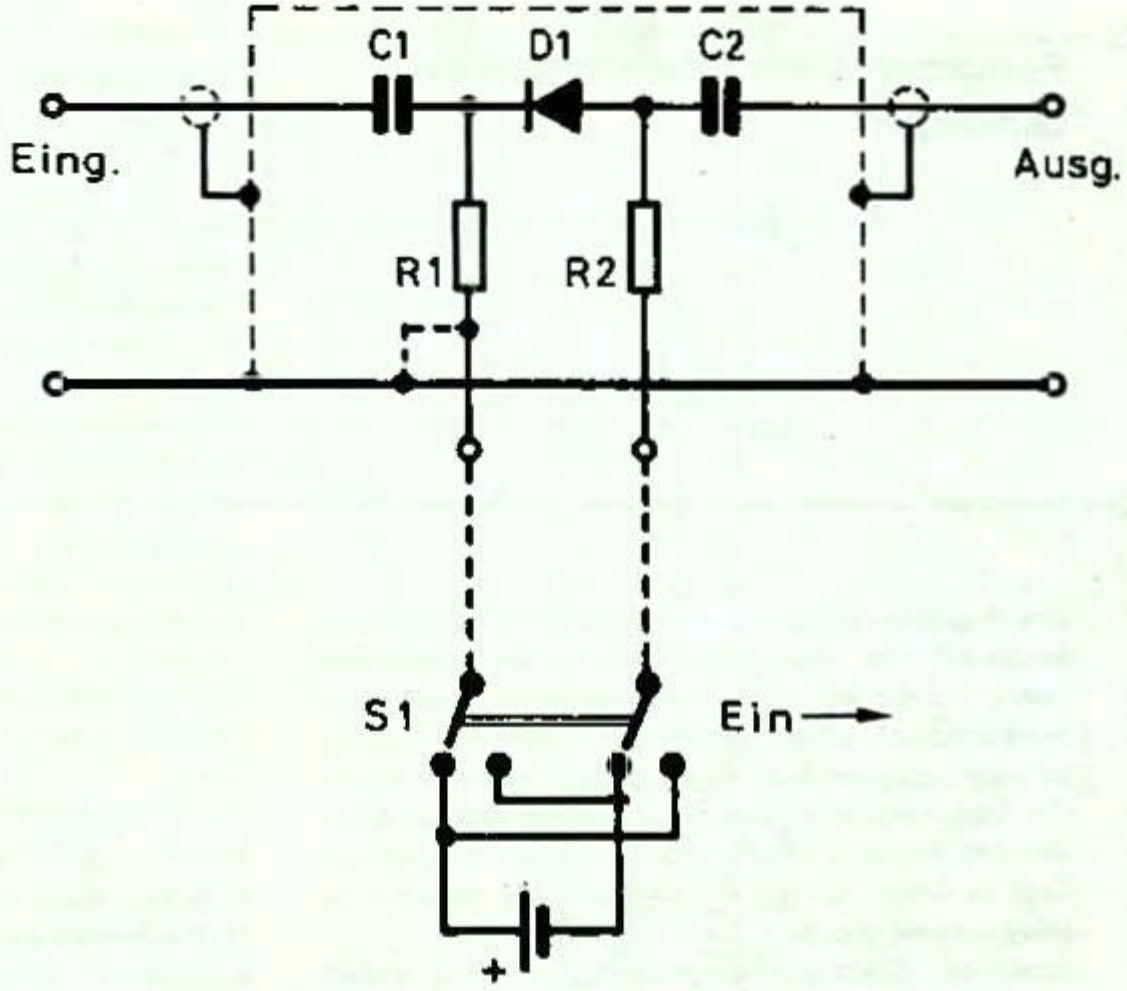
Schaltung 16

Fernschalten niederfrequenter Leitungen

Wenn man Tonfrequenz führende Leitungen ein-, aus- oder umschalten möchte, dann kann man dies nicht in der Art und Weise machen, wie es bei Lichtleitungen üblich ist, nämlich die Leitung unbekümmert bis dorthin verlängern, wo der Schalter seinen Platz hat. Tonfrequenzleitungen sind empfindlich. Sie können Störspannungen, z. B. Brummen aus Lichtleitungen aufnehmen und sie können, besonders bei hohen Frequenzen, starke Dämpfungen (Verluste) verursachen. Es ist daher ratsam, Tonfrequenzleitungen so kurz wie möglich zu halten und zum Schalten eine unkritische, nur Gleichstrom führende Leitung zu benutzen.
Schaltet man an elektrisch günstiger Stelle des NF-Verstärkers oder der zu schaltenden Leitung ein Relais zwischen, ist man zwar schon einen Schritt weiter und kann die Leitung zum Schalter beliebig lang machen. An dieser Stelle ist ein Relais jedoch nicht wartungsfrei. Außerdem hat ein Relais eine verhältnismäßig große mechanische Ausdehnung. Eleganter läßt sich die Aufgabe lösen, wenn man die NF-Spannung elektronisch schaltet und zwar durch Ausnutzung der von der Stromflußrichtung abhängigen Leitfähigkeit von Halbleitern.
In nebenstehender Abbildung erkennt man im NF-Zweig (Eingang — Ausgang) eine Diode, D 1, welche an beiden Seiten verblockt ist. Führt man nun dieser Diode eine Gleichspannung so polarisiert zu, daß ein Durchlaßstrom fließen kann (+ an Anode, — an Katode), so wird sie leitend und läßt auch die am Eingang stehende NF-Spannung zum Ausgang gelangen.
Zum Abschalten der NF, also zum völligen Sperren der Diode, genügt es nun leider nicht, einfach nur die Gleichspannung von der Diode zu nehmen, sondern es ist eine Umpolung erforderlich. In der Praxis läßt sich dies mit einem zweipoligen Umschalter (S 1), der, da keine Tonfrequenzspannung geschaltet wird, eine billige Ausführung sein kann, ohne weiteres machen.

Stückliste 16

R 1	10—100 kΩ	D 1	Allzweckdiode AA 177, 118, 132 OA 150, 81, 85
R 2	10—100 kΩ		
C 1	ca. 0,1 µF	S 1	zweipoliger Umschalter
C 2	ca. 0,1 µF	1	Batterie 1,5—4,5 V


C1
D1
C2
Eing.
Ausg.
R1
R2
S1
Ein
+

Schaltung 17

Fernumschalten niederfrequenter Leitungen

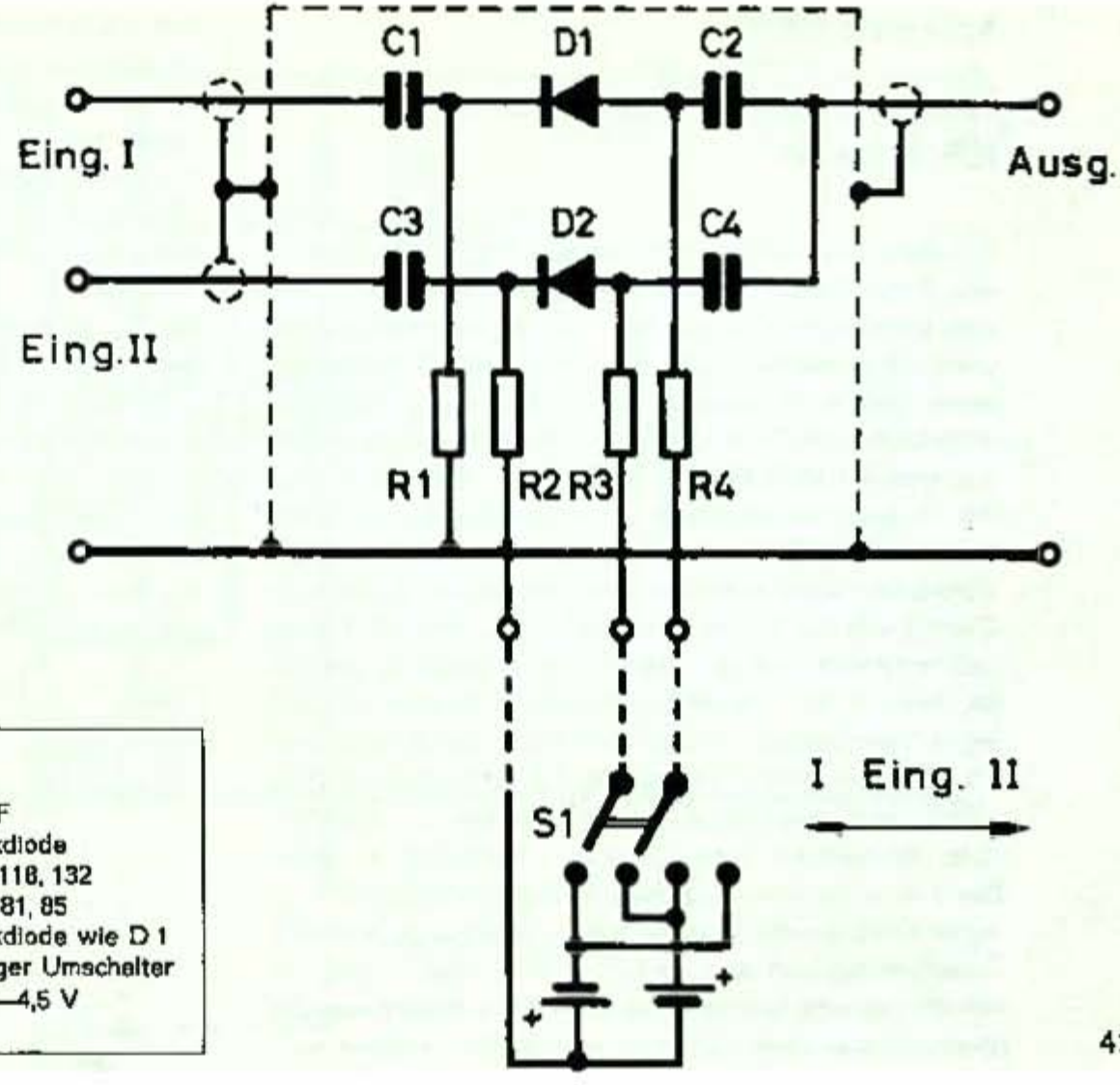
Eine Erweiterung der vorhergehenden Schaltung zeigt nebenstehende Abbildung. Durch Zusammensetzen zweier Dioden mit ihren Schaltelementen entsteht ein elektronischer Schalter mit zwei Eingängen; ein Umschalter also zum Auswählen zweier Programme usw. Die Schaltung ist so ausgelegt, daß abwechselnd der eine Diodenzweig leitend und der andere gesperrt ist. Auch in dieser Anordnung geschieht das mittels einer entsprechend gepolten Gleichspannung.

Damit der Gleichspannungsumschalter (S 1) einfach gehalten werden kann, verwendet man als Stromquelle zweckmäßigerweise zwei Batterien, die gegensinnig gepolt werden. Da es sich um eine Umschaltung handelt, müssen auch im Gleichstromzweig drei Leitungen verlegt werden. Zur Dimensionierung der Schaltelemente für die elektronischen Ein-Aus- und Umschalter ist folgendes zu sagen:

Bei den Dioden handelt es sich um normale Allzweckdioden mit mittlerer bis hoher Sperrspannung. Die Batteriespannung muß der max. zulässigen Sperrspannung der verwendeten Dioden angepaßt werden. Die Höhe der Widerstandswerte, welche in Verbindung mit den Kondensatoren für eine Entkopplung von NF- und Gleichstromkreis sorgen, ist nicht kritisch. Sie bestimmen Durchlaß- und Sperrstrom. Diese Ströme sind wiederum von der Höhe der zu schaltenden NF-Spannung abhängig.

Außerdem haben die Widerstände in Verbindung mit den Kondensatoren einen Einfluß auf die untere Grenzfrequenz. Zu groß sollen die Kondensatoren allerdings nicht gemacht werden, da sich sonst beim Schalten die Umladung als Knacken im Lautsprecher bemerkbar macht.

Die in der Stückliste angegebenen Werte für die Widerstände und Kondensatoren sind Richtwerte. Genaue Angaben würden sich nur machen lassen, wenn beim Nachbau immer die gleichen Diodentypen zur Anwendung kämen. Etwas Probieren führt jedoch schnell zum Ziel.



Stückliste Schaltung 17

R	1	10—100 kΩ	C	4	ca. 0,1 µF
R	2	10—100 kΩ	D	1	Allzweckdiode AA 117, 118, 132 OA 150, 81, 85
R	3	10—100 kΩ			
R	4	10—100 kΩ			
C	1	ca. 0,1 µF	D	2	Allzweckdiode wie D 1
C	2	ca. 0,1 µF	S	1	zweipoliger Umschalter
C	3	ca. 0,1 µF	2 Batterien 1,5—4,5 V		

Schaltung 18

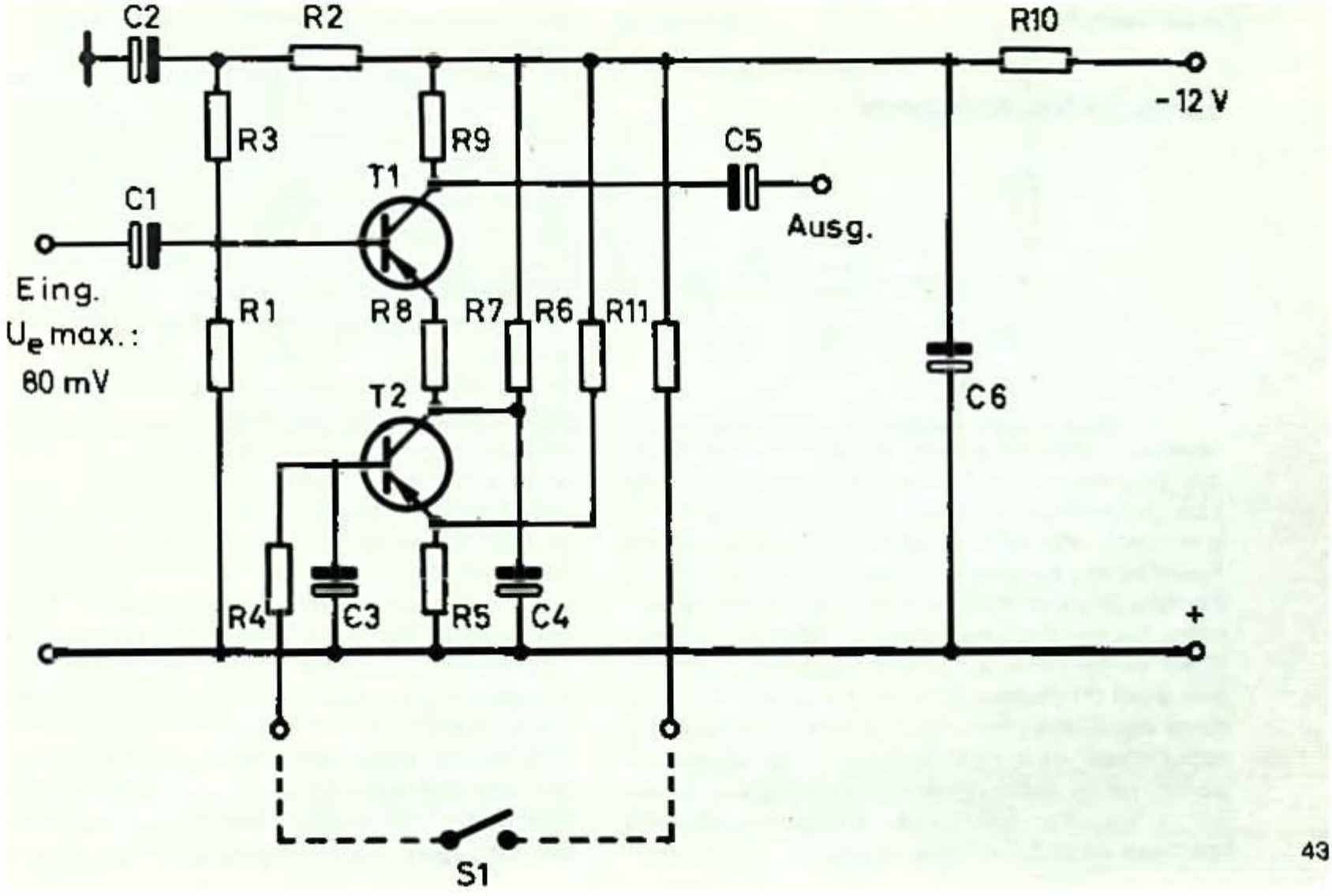
Hochwertiger elektronischer NF-Schalter

Ein elektronischer Schalter, welcher frei von Nachteilen wie Schaltknacks, Beeinflussung zwischen NF-Amplitude und Dioden-Gleichstrom usw. ist, soll nachstehend besprochen werden. Daß es in der Technik nichts umsonst gibt, wird deutlich, wenn man einen Blick auf nebenstehende Zeichnung wirft. Der Aufwand ist höher: Transistoren statt Dioden, sowie mehr Schaltelemente. Die Wirkungsweise dieser Anordnung ist jedoch leicht zu verstehen. Transistor T 1 arbeitet als normaler NF-Verstärker, dem jedoch ein elektronischer Schalter in Gestalt von T 2 in Serie geschaltet ist. Wenn T 2 nicht „eingeschaltet" ist, d. h. nicht leitend gemacht worden ist, kann in T 1 ebenfalls kein Strom fließen, so daß keine Verstärkung erfolgt. Erst wenn der Emitter von T 1 über den leitend gemachten T 2 an Masse (+12 V) gelegt wird, beginnt der NF-Verstärker zu arbeiten. Zum „Einschalten" von T 2 ist es erforderlich, an seine Basis eine negative Gleichspannung von 3 bis 10 V zu legen. Dies geschieht in der Praxis über die gestrichelte Schaltleitung und dem Schalter S 1. Wenn auch die Schaltspannung aus dem Gerät selbst entnommen wird (Betriebsspannung), so kann es trotzdem vorkommen, daß die Schaltleitung Störungen aufnimmt. Damit keine Störspannungen in den Verstärkerzweig gelangen, sind die Basis und der Emitter von T 2 durch C 3 und C 4 gegen Masse verblockt. Diese Kondensatoren würden eventuelle Störungen sofort ableiten. Außerdem ist die Leitung durch R 4 und R 11 von der Anordnung entkoppelt. Diese Widerstände arbeiten ähnlich wie zwei Drosseln.

Da die eigentliche Schaltstufe im Gegensatz zu den beiden vorhergehenden Schaltungen vom NF-Zweig getrennt arbeitet, ist die verzerrungsfrei zu verarbeitende NF-Spannung nicht von der Schaltspannung abhängig. Die NF-Spannung am Eingang kann bis zu 80 mV betragen. Die Verstärkung des elektronischen NF-Schalters ist ca. 20fach, und die Durchlaßkurve geht bei dem üblichen Abfall von 30% an den Bandenden von 50 Hz bis 20 kHz.

Stückliste Schaltung 18

R 1	680 Ω	R 11	10 kΩ
R 2	390 Ω	T 1	OC 74
R 3	820 Ω	T 2	OC 71
R 4	10 kΩ	C 1	10 µF, Elko
R 5	220 Ω	C 2	100 µF, Elko
R 6	1 kΩ	C 3	10 µF, Elko
R 7	2,2 kΩ	C 4	100 µF, Elko
R 8	10 Ω	C 5	10 µF, Elko
R 9	560 Ω	C 6	100 µF, Elko
R 10	100 Ω	S 1	einpoliger Einschalter


C2
R2
R10
-12 V
R3
R9
C5
T1
C1
Ausg.
Eing.
U_e max.:
80 mV
R1
R8
R7
R6
R11
T2
C6
R4
C3
R5
C4
+
S1

Schaltung 19

Einfache Rauschsperre

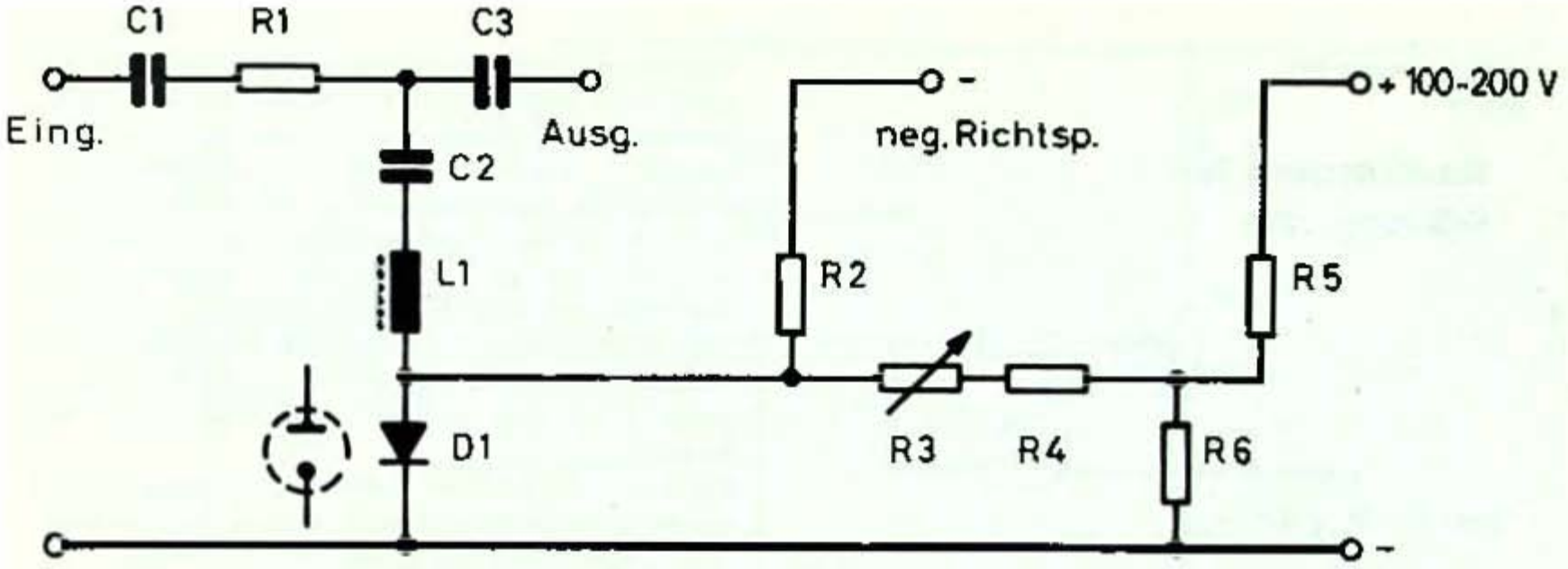
Moderne, hochverstärkende UKW-Empfänger haben alle die unangenehme Eigenschaft gemeinsam, daß sie beim Durchdrehen der Abstimmung, zwischen den Sendern also, sehr stark rauschen und zischen. Dieses Rauschen ist physikalisch bedingt und gehört nach dem heutigen Stand der Technik leider noch mit zur Verstärkung. Auch in Funksprechgeräten (Taxis, Betriebsfunk usw.), welche immer auf Empfang geschaltet sein müssen, damit Durchsagen nicht verpaßt werden, wäre, solange kein Sendesignal einfällt, immer ein starkes Rauschen hörbar, wenn nicht durch geeignete Maßnahmen der NF-Verstärker an passender Stelle gesperrt würde. Solche speziellen Schaltungen werden Rauschsperre oder auch Squelch-Schaltung genannt.

Die Steuerspannung für die Rauschsperre kann auf verschiedene Art und Weise gewonnen werden: In FM-Empfängern bietet sich die bei einfallendem Sender am „Ratio-Elko" entstehende positive oder negative Richtspannung an. In AM-Empfängern ließe sich eine geeignete Steuerspannung von der Schwundregelung abgreifen. Eine andere Methode nutzt die Tatsache aus, daß der größte Teil der das Rauschen erzeugenden Frequenzen weit oberhalb des Sprachbandes liegt. Diese Rauschspannungen werden hierbei über einen Hochpaß herausgefiltert, gleichgerichtet und weiter verarbeitet.

Der in allen Squelch-Schaltungen vorhandene Regler dient zum Einstellen der Ansprechempfindlichkeit. Er wird so eingestellt, daß das Rauschen gerade verschwindet. Eine zu stark sich auswirkende Rauschsperre setzt die Empfängerempfindlichkeit herab, öffnet also bei schwach einfallenden Sendern nicht den NF-Verstärker.

Außerdem ist zu beachten, daß alle Squelch-Schaltungen vor dem Lautstärkeregler in die Schaltung eingefügt werden müssen, da anderenfalls die Stellung des Lautstärkereglers einen Einfluß auf die Ansprechempfindlichkeit hat.

Eine sehr einfache Rauschsperre zeigt Schaltung 19. Sie läßt sich gleichermaßen nachträglich in Röhren- oder Transistorempfängern bzw. Funkgeräten einbauen. Bei fehlendem Eingangssignal erhält die Diode D 1



über R 3, R 4 und R 5 eine positive Spannung, hat also Durchgang und leitet über C 2 alle hohen NF-Frequenzanteile gegen Masse ab. Die bei einfallendem Sender am Ratio-Elko entstehende negative Richtspannung wird über R 2 der Diode zugeführt und hebt die positive Vorspannung auf. Die Diode sperrt und C 2 wird unwirksam.

Die Drossel L 1 ist eine HF-Drossel und soll verhindern, daß HF-Reste an die Diode gelangen und dort eine unerwünschte Gleichspannung erzeugen. Die Rauschanteile der NF können die Drossel ungehindert passieren.

Stückliste Schaltung 19

R 1	10—100	kΩ
R 2	220	kΩ
R 3	10	MΩ, Einstellwiderstand
R 4	470	kΩ
R 5	2,2	MΩ
R 6	1	MΩ
C 1	47	nF
C 2	5,6	nF
C 3	47	nF

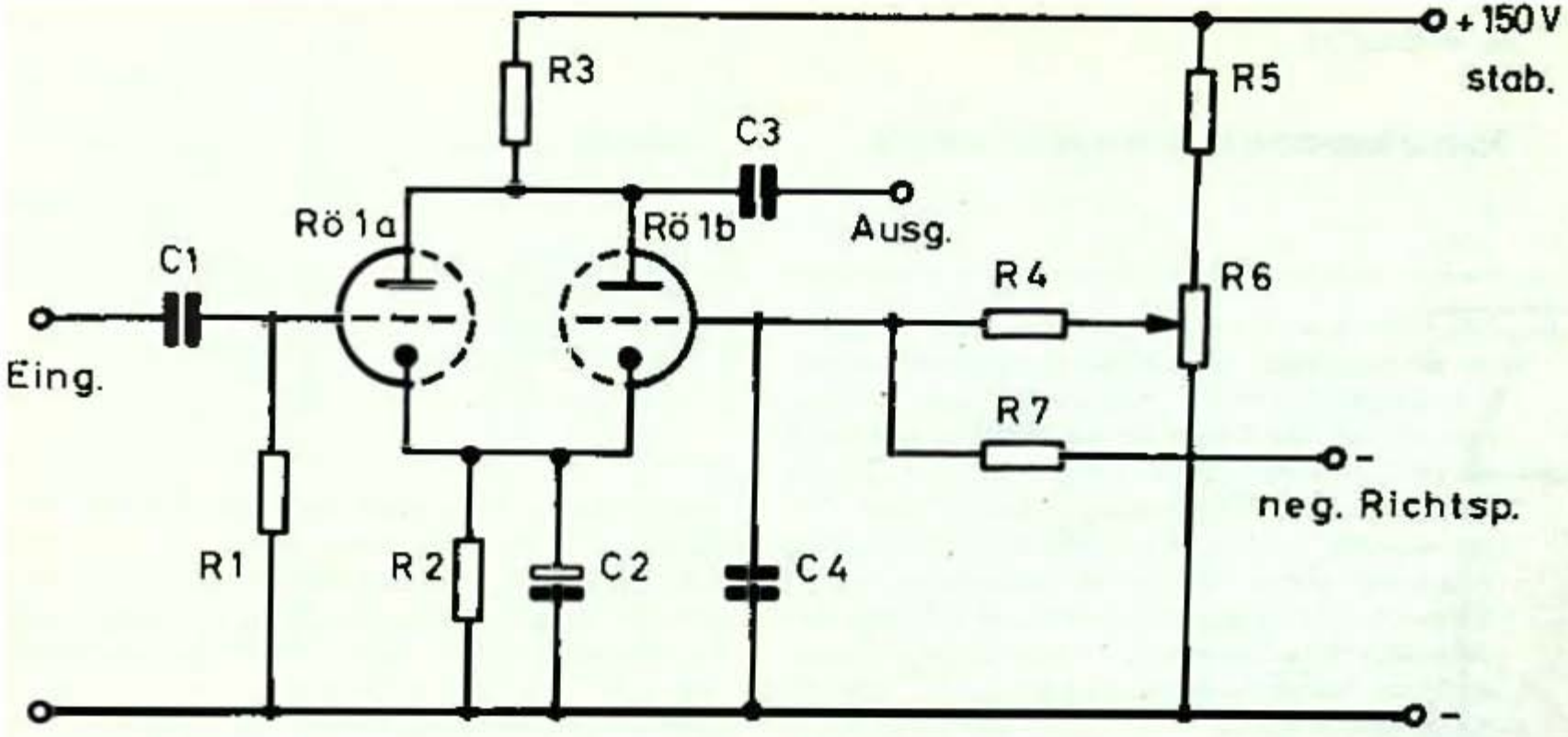
D 1 Universaldiode OA 81 oder Diodensystem einer Röhre, z. B. EAA 91, EB 41, EBF 80

L 1 HF-Drossel

Schaltung 20

Rauschsperre für Röhrengeräte

Nebenstehend abgebildete Rauschsperrenschaltung eignet sich hauptsächlich zum Einbau in röhrenbestückte Funkgeräte bzw. Empfänger. Sie ist mit 2 Röhrensystemen bestückt und sperrt nicht nur die hohen Frequenzen, sondern das ganze NF-Band, arbeitet also im ganzen wirkungsvoller als die einfache Diodenschaltung.
Funktionsbeschreibung: Eine in den NF-Zweig eingeschaltete Triode; Röhre 1a, arbeitet als normaler NF-Verstärker mit etwa 50facher Verstärkung. Der Anode und der Katode ist die Hilfsröhre, Rö 1b, parallel geschaltet. Am Gitter der Hilfsröhre werden zwei Gleichspannungen wirksam und zwar einmal die durch R 6 einstellbare positive Vorspannung und zweitens die an passender Stelle (Ratio-Elko, Schwundregelung) abgenommene negative Begrenzer- bzw. Richtspannung. Die positive Spannung wird so eingestellt, daß die Hilfsröhre gerade öffnet, also Strom zieht (Ansprechschwelle). Hierdurch erhöht sich die gemeinsame Katodenspannung an R 2 und sinkt die gemeinsame Anodenspannung an R 3 soweit, daß Röhre 1a gesperrt wird und keine NF-Spannung, diese besteht zu diesem Zeitpunkt nur aus Rauschen, hindurchläßt bzw. verstärkt.
Bei einfallendem Sender überwiegt die negative Richtspannung die positive Vorspannung, so daß die Hilfsröhre gesperrt wird und keinen Einfluß mehr auf Rö 1a hat. Die an Rö 1a anstehende NF-Spannung, jetzt bestehend aus der Modulationsspannung, kann ungehindert verstärkt werden.
Für den praktischen Aufbau kommt entweder eine Doppeltriode, ECC 81 o. ä., in Frage oder zwei Röhren EC 92. Im Interesse einer stabilen Arbeitsweise und Schaltgenauigkeit dieser Anordnung ist es zweckmäßig, die Anodenspannung zu stabilisieren.
Sollte bei nachträglichem Einbau dieser Rauschsperre die Verstärkung des ersten Röhrensystems stören, so teile man den Anodenwiderstand entsprechend auf und greife die abgehende NF-Spannung an der Anzapfung und nicht direkt an der Anode ab.



Stückliste Schaltung 20					
R 1	330	kΩ	R 7	180	kΩ
R 2	4,7	kΩ	C 1	47	nF
R 3	100	kΩ	C 2	5	µF, Elko
R 4	2,2	MΩ	C 3	47	nF
R 5	220	kΩ	C 4	0,68	µF
R 6	1	MΩ, Einstellwiderstand	Rö 1	a/b 1 Stück ECC 81 oder 2 Stück EC 92	

Schaltung 21

Rauschsperre in Transistortechnik

Eine Rauschsperre, bei der die hohen Rauschfrequenzen herausgefiltert, um in einem gesonderten Verstärker verarbeitet zu werden, zeigt die Abbildung zu Schaltung 21. Vor dem Regler für die Empfängerlautstärke werden über einen Hochpaß, L 1, L 2—C 1, C 2, C 3, die Frequenzen über 4 kHz herausgesiebt und einer Verstärkerstufe, T 1, zugeführt. Dieses Filter ist unbedingt erforderlich, da anderenfalls die Sprach- bzw. Musikfrequenzen die Rauschsperre beeinflussen würden. Der Arbeitspunkt des Transistors T 1 bestimmt den Einsatzpunkt der Rauschsperre und wird durch den Regler R 8 eingestellt.

Im Transistor T 2 (Kollektorschaltung) wird die verstärkte Rauschspannung gleichgerichtet. Die gewonnene und an dem Emitter abgenommene Gleichspannung wird durch C 6 in Verbindung mit den beiden Widerständen R 11 und R 12 geglättet und der Basis des Transistors T 3 zugeführt. Dessen Kollektorstrom steigt daraufhin kräftig an. Das in der Kollektorleitung von T 3 liegende Relais zieht an und kann mit seinem Kontaktsatz die NF an einer passenden Stelle im Verstärker bedämpfen oder ganz sperren.

Wenn die Rauschsperre rein elektronisch arbeiten soll, läßt sich der am Relais auftretende Spannungsabfall zur Steuerung eines weiteren im NF-Verstärkerzweig liegenden Transistors verwenden.

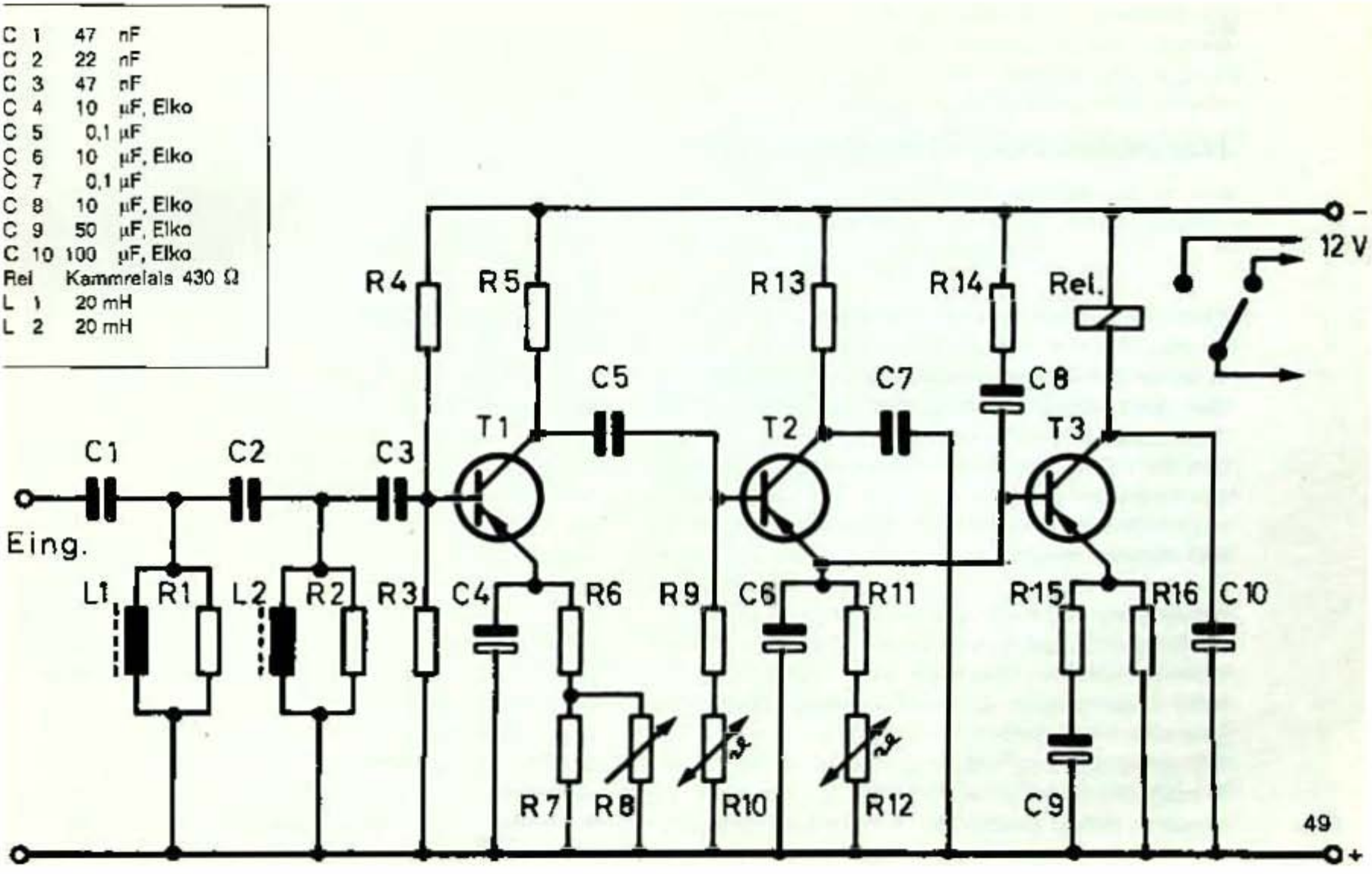
Beim Empfang eines Signals sinkt die Rauschspannung am Eingang, so daß T 1 weniger oder gar kein „Futter" bekommt, T 2 und T 3 nicht angesteuert werden und das Relais nicht anziehen kann.

Diese Anordnung arbeitet auch ohne stabilisierte Betriebsspannung sehr exakt und ist durch den Einbau von 2 Widerständen mit negativem Temperaturkoeffizienten (R 10 und R 12) auch weitgehend temperaturstabil.

Stückliste Schaltung 21

R 1	2,7 kΩ	R 7	1,5 kΩ
R 2	2,7 kΩ	R 8	1 kΩ, Einstellwiderstand
R 3	4,7 kΩ	R 9	1 kΩ
R 4	3,9 kΩ	R 10	500 Ω, NTC-Widerstand
R 5	1 kΩ	R 11	1 kΩ
R 6	680 Ω	R 12	500 Ω, NTC-Widerstand
		R 13	2 kΩ
		R 14	6,8 kΩ
		R 15	39 Ω
		R 16	47 Ω
		T 1	AF 117
		T 2	AC 107
		T 3	AC 152

C 1	47	nF
C 2	22	nF
C 3	47	nF
C 4	10	µF, Elko
C 5	0,1	µF
C 6	10	µF, Elko
C 7	0,1	µF
C 8	10	µF, Elko
C 9	50	µF, Elko
C 10	100	µF, Elko
Rel	Kammrelais 430 Ω	
L 1	20 mH	
L 2	20 mH	



Tonrufempfänger - Tonrufumsetzer

In vielen Zweigen der Technik werden heute mit Hilfe von drahtgebundenen oder drahtlos ausgesendeten Tonfrequenzen oder -kombinationen Befehle übertragen. So z. B. bei der Modellfernsteuerung, beim Autotelefon (Taxi, Betriebsfunk) oder in der sog. Fernwirktechnik (Schalten und Steuern von Umspannstationen und Wasserwerken).

Die Umwandlung der Tonfrequenz in entsprechende Befehle, wie Ruderbewegung beim Modellflugzeug, Ertönen einer Klingel bzw. Aufleuchten einer Anruflampe beim Autotelefon, Zuschalten einer Trafostation oder einer Wasserpumpe, geschieht in sog. Tonrufempfängern oder -umsetzern.

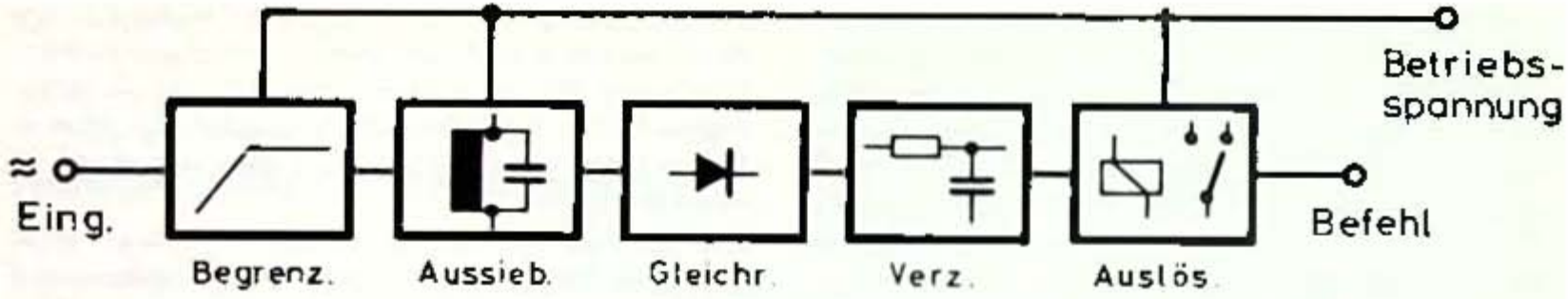
Wie geschieht eine solche Umwandlung nun in der Praxis? Zuerst ist es erforderlich, die zu einem bestimmten Befehl gehörende Tonfrequenz aus den für andere Befehle zur Anwendung kommenden Tonfrequenzen sicher herauszusieben. Hierbei ist der Tonrufumsetzer so auszulegen, daß er nicht anspricht auf Nachbartöne, auf über den gleichen Kanal mitgesendete Sprachfrequenzen und auf Störgeräusche verschiedener Art. Nach der Aussiebung erfolgt im allgemeinen eine Gleichrichtung der Tonfrequenz mit anschließender Weiterverarbeitung der gewonnenen Gleichspannung. Das Aussieben selbst kann mit herkömmlichen L-C-Schwingkreisen erfolgen oder mit sog. Resonanz- oder Zungenrelais oder mit einem neuartigen Schaltelement der piezoelektrischen Stimmgabel.

Am einfachsten arbeitet das Resonanzrelais, in welchem im Resonanzfall eine Zunge von einem Elektromagneten, durch den die Tonfrequenzspannungen geleitet werden, in mechanische Schwingungen versetzt

wird. Die Trennschärfe solcher Relais ist sehr hoch, so daß innerhalb eines Frequenzbandes viele Töne untergebracht werden können, ohne daß eine gegenseitige Beeinflussung erfolgen kann. Auf der Senderseite aber, und das ist für den Amateur und Bastler von Nachteil, müssen ebenso genaue Schwingschaltungen vorhanden sein, da eine geringe Frequenzabweichung bereits genügt, die Zunge nicht mehr ansprechen zu lassen. Weitere Nachteile sind die hohe Empfindlichkeit gegenüber Vibration und rauher mechanischer Behandlung und die Störanfälligkeit der Kontakte. Wegen der geringen Kontaktbelastung, die ein Resonanzrelais erlaubt und des von der schwingenden Zunge erzeugten pulsierenden Gleichstroms, ist außerdem eine sog. Folgeschaltung mit einem weiteren Relais erforderlich. Resonanzstufen mit herkömmlichen L-C-Kreisen sind weniger trennscharf. Bei Verwendung nicht zu kleiner Spulenkerne erzielt man aber ausreichende Kreisgüten und damit Resonanzkurven. Für Frequenzen oberhalb 1000 Hz sollte die Mindestgröße eines Schalenkerns 14 ϕ x 8 mm betragen. Die Resonanzschärfe von NF-Schwingkreisen läßt sich zwar, gerade so wie bei einem Audion, durch eine Rückkopplung erheblich verbessern, doch bringt eine Rückkopplung immer eine gewisse Unstabilität, die bis zur Selbsterregung führen kann, in die Schaltung. Hieran sind nicht immer ganz kompensierbare Temperaturänderungen und Schwankungen der Betriebsspannung schuld.

L-C-Schwingkreise lassen sich durch Austausch des Kondensators in größeren Grenzen und durch Verwendung eines Schalenkerns mit Luftspalt und Abgleichelement in geringen Grenzen frequenzmäßig umstimmen. Bei mechanisch arbeitenden Resonanzkreisen ist dies nicht möglich.
Eine weitere Möglichkeit NF auszusieben, hat der Amateur durch die Anwendung von den in Schaltungen 3 und 4 besprochenen Doppel-T-Filtern.

Ein erst kürzlich auf den Markt gekommenes Bauelement, welches zum Aussieben und zum Erzeugen von Ton-Frequenzen gleichermaßen zu verwenden ist, ist die schon erwähnte piezoelektrische Stimmgabel, ebenfalls ein mechanisch arbeitender Resonanzkreis.
Ihre mechanische Ausdehnung ist jedoch kleiner als die von L-C-Resonanzkreisen oder Resonanzrelais. Die Frequenz des Resonanzkreises wird werksseitig bestimmt und läßt sich später nicht mehr ändern bzw. hintrimmen.
Arbeitsweise: Die piezoelektrische Stimmgabel besteht aus einem stimmgabelförmigen, daher der Name, Resonanzgebilde. Die Umwandlung von elektrischen Schwingungen in mechanische erfolgt eingangs- und umgekehrt ausgangsseitig durch Wandler, welche den piezoelektrischen Effekt bestimmter Materialien ausnutzen, ähnlich so wie in „keramischen" Mikrofonen und Tonabnehmersystemen.



Blockschaltbild eines Tonrufempfängers

Die Kopplung zwischen den Wandlern erfolgt über die Stimmgabel als Resonanzkreis. Legt man an den Eingangswandler eine Wechselspannung, so wird der Kristall in mechanische Schwingungen versetzt, die sich auf die Stimmgabel übertragen. Hat die Frequenz dieser Wechselspannung die Eigenfrequenz der Stimmgabel, dann wird die Schwingamplitude so groß, daß der Kristall im Ausgangswandler „mitgerüttelt" wird und eine Wechselspannung von der Eigenfrequenz der Stimmgabel erzeugt. Werden Wechselspannungen zugeführt, die nicht der Stimmgabelfrequenz entsprechen, entsteht am Ausgangswandler keine Spannung.

Ehe nun zwei für den Amateur interessante Tonrufempfänger besprochen werden, noch einige allgemeine Punkte, die beim Aufbau solcher Schaltungen zu beachten sind:

Von großer Wichtigkeit ist, daß Tonrufempfänger nicht übersteuert werden. Übersteuerte Tonrufkreise verlieren ihre Trennschärfe, sprechen also auf Nachbarfrequenzen an. Wenn die Tonfrequenzen nicht mit gleichem Pegel am Empfangsort ankommen, wie dies bei drahtloser AM-Übertragung (Modellflugzeuge) immer der Fall ist — Frequenzmodulation verhält sich wegen der im ZF-Teil vorgenommenen Begrenzung günstiger — sollte unbedingt eine Begrenzerstufe vorgeschaltet werden. Beim Abgleich des Tonrufempfängers ist eben-

falls nur soviel Spannung an den Eingang zu legen, bis auf dem Röhrenvoltmeter ein deutlicher Ausschlag zu erkennen ist.
Für mühelosen Abgleich ist es erforderlich, an passender Stelle einen rückwirkungsfreien Meßpunkt vorzusehen. Man spart sich so das Herumstochern in der Schaltung.
In Tonrufempfängern, an welche auch Sprachmodulation und Störungen gelangen können, baue man ein Verzögerungsglied ein, welches verhindert, daß Fremdimpulse, Sprachspitzen usw. einen Befehl auslösen können. In Modellfernsteueranlagen darf die Zeitkonstante des Verzögerungsgliedes jedoch nicht zu hoch gemacht werden, da sonst die Befehle, Ruderbewegung usw. zu langsam ausgeführt werden. In einstufigen Tonrufempfängern stößt der Einbau von Verzögerungsgliedern oft auf Schwierigkeiten. Das Hinzuschalten eines Elkos zum Relais scheidet meistens aus, da das Relais als Arbeitswiderstand (NF-Drossel) wirkt.
Ein übler Störer ist übrigens die elektrische Kaffeemühle. Von einer Kaffeemühle wird nicht nur ein breites hochfrequentes Spektrum erzeugt, sondern auch der ganze niederfrequente Bereich mit aufmoduliert und beim Mahlen mehrmals durchfahren.
Die Wechselspannung für den Tonrufempfänger muß stets vor einem evtl. Pegel- oder Lautstärkenregler abgenommen werden, da anderenfalls die Lautstärkeeinstellung die Einstellung für die Ansprechempfindlichkeit beeinflußt.

Schaltung 23

Tonrufempfänger mit L-C-Kreis

Einen außerordentlich zuverlässigen Tonrufempfänger, der sich darum besonders für die drahtlose Übertragung von Befehlen eignet, zeigt Schaltung 23. Er reagiert bei richtigem Abgleich weder auf Sprachspitzen noch auf Kaffeemühlen. Die Aussiebung der entsprechenden Tonfrequenz sowie die Weiterverarbeitung des gewonnenen Signals geschieht jeweils in zwei verschiedenen Verstärkerstufen. Zwischen diesen Stufen liegt das schon besprochene Verzögerungsglied. Die Schaltung ist „amateurfreundlich" und kann mit herkömmlichen Schaltelementen verwirklicht werden.
Schaltungsbeschreibung: Die Aussiebung der entsprechenden Tonfrequenz erfolgt über C 1—L 1, welche einen Serienresonanzkreis bilden. Im Prinzip spielt es keine Rolle, ob ein Serien- oder Parallelkreis zur Anwendung kommt, wenn die Anpassung an die übrige Schaltung, hier 3—5 Ω, stimmt. Die Eingangsspannung soll etwa 1—3 V betragen.
Wird nun die Tonfrequenz empfangen, auf die der Serienkreis abgestimmt ist, erzeugt der durch den Kreis fließende Strom am Kondensator wie an der Spule eine

Resonanzspannung, die an einer Anzapfung der Spule über R 1, dem Regler für die Ansprechempfindlichkeit der Anordnung, abgenommen und dem Trenntransformator, Tr, zugeführt wird. Die Sekundärwicklung des Trafos gibt die Tonfrequenz auf den Transistor T 1, der dadurch geöffnet wird und zu verstärken beginnt. Am Arbeitswiderstand R 3 entsteht also auch eine Wechselspannung, die über C 2 an die Diode D 1 gelangt und dort gleichgerichtet wird. Die so entstehende negative Gleichspannung ist an der Basis von T 1 wirksam, verschiebt den Arbeitspunkt von T 1 in Richtung höherer Verstärkung, so daß die Wechselspannung an R 3 weiter zunimmt, wiederum gleichgerichtet wird usw. bis sich ein Gleichgewichtszustand eingestellt hat. Man kann einen solchen Vorgang, der sich sekundenschnell abwickelt, auch mit einem Aufschaukeln vergleichen. Er hat aber mit einer Rückkopplung, bei der der Schwingkreis entdämpft wird, nichts gemeinsam.

Durch den ansteigenden Strom im Transistor T 1 erhöht sich die Spannung am Emitterwiderstand R 4. Diese Emitterspannung wird durch C 3 geglättet und über R 6 — C 4 verzögert an die Basis des Transistors T 2 gegeben, der darauf leitend wird, also Strom zieht. Dadurch zieht das Relais an.

Die Diode D 3 hat in Verbindung mit R 7 die Aufgabe, die Emitterspannung von T 2 auf einen festen Wert zu halten. Hierdurch wird ein exakteres Anziehen des Relais erreicht.

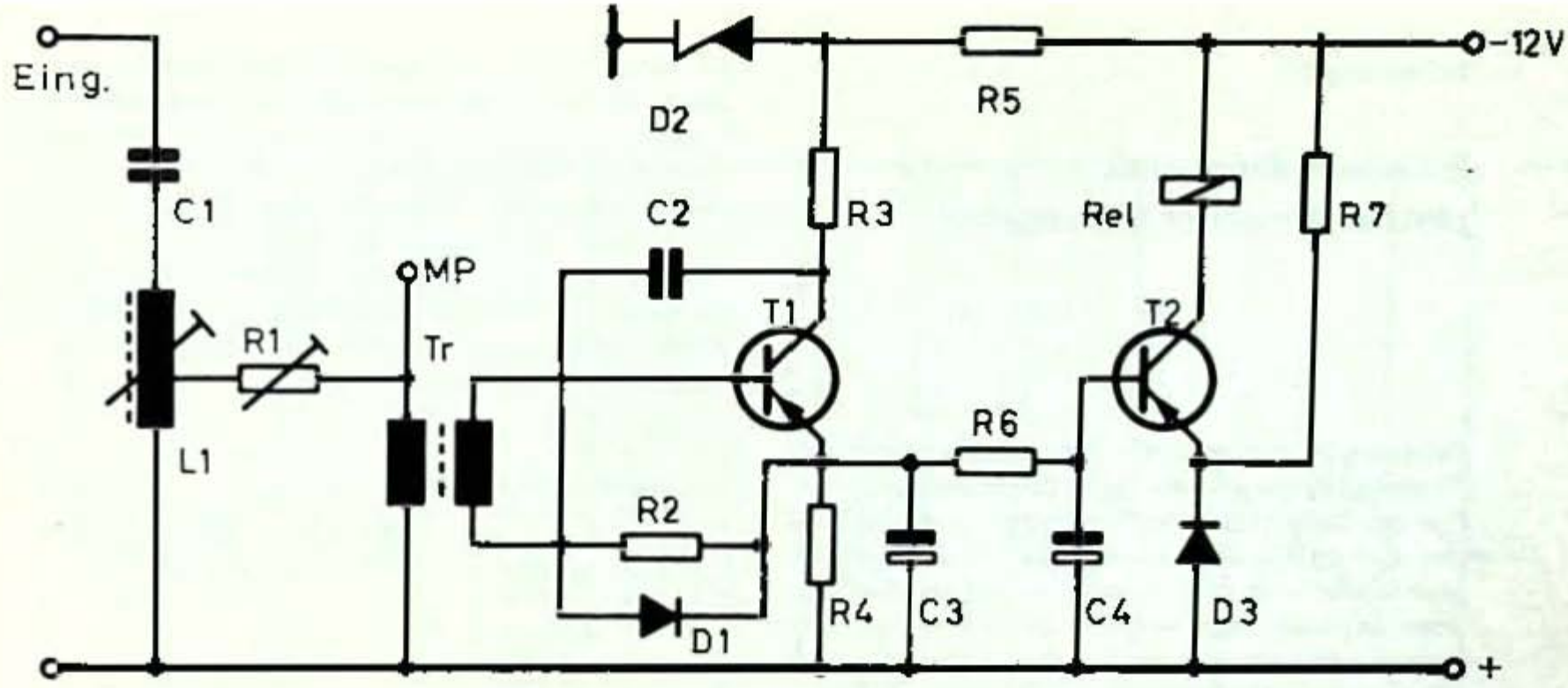
Die Diode D 2 stabilisiert die Betriebsspannung der ersten Stufe, damit eine genauere Einstellung der Ansprechempfindlichkeit möglich ist.

Beim Abgleich des Schwingkreises stelle man die Eingangsspannung so ein, daß, bei Mittelstellung des Reglers R 1, am Meßpunkt, MP, etwa 0,8 V meßbar sind (Röhrenvoltmeter!).

In der Stückliste stehen die Wickeldaten für Spulen und Transformator. Für Amateure, die sich die Arbeit des Selbstwickelns ersparen möchten, sind außerdem die Bestellnummern der Lieferfirma angegeben. Die Schalenkerne für den Schwingkreis werden in einem stabilen Abschirmgehäuse mit Zentralbefestigung geliefert. Es sei jedoch darauf hingewiesen, daß fertige Spulen nur für in der kommerziellen Technik übliche Normreihen zu bekommen sind.

Stückliste Schaltung 23

R 1	50 kΩ, Einstellwiderstand		C 1	je nach Frequenz:	
R 2	56 kΩ	R 5 390 Ω		bis 1,3 kHz	0,1 µF
R 3	1,2 kΩ	R 6 220 Ω	ab 1,3 kHz bis 1,8 kHz		0,05 µF
R 4	1 kΩ	R 7 15 kΩ	ab 1,8 kHz bis 3,0 kHz		0,02 µF
D 1	OA 91			Styroflexausführung	
D 2	1 N 757 A, Zenerdiode 9 V		C 2	0,1 µF	
D 3	OA 200		C 3	100 µF, Elko	
Rel	Kammrelais 430 Ω		C 4	100 µF, Elko	



L 1 Schalenkern mit Abgleichelementen und Luftspalt
26 ⌀ x 16 mm, L 22 N 1100, AL 630
Induktivität: je nach Frequenz
Anzapfung: etwa 10% der Windungszahl vom kalten Ende an gerechnet.
Draht: 0,1 mm ⌀ CuL
Bestell-Nr. (Siemens):
je nach Frequenz 61.483-01 bis 61.483-29

Tr Schalenkern ohne Abgleichelemente und ohne Luftspalt
14 ⌀ x 8,4 mm, 22 N 1100 oL
Induktivität: 2 x 64 mH
Windungszahl: ca. 2 x 500 Wdg.
Draht: 0,06 mm ⌀ CuL
Bestell-Nr. (Siemens): 61.525

T 1 BCZ 13 oder 2 N 3702

T 2 BCZ 10 oder 2 N 3702

Schaltung 24

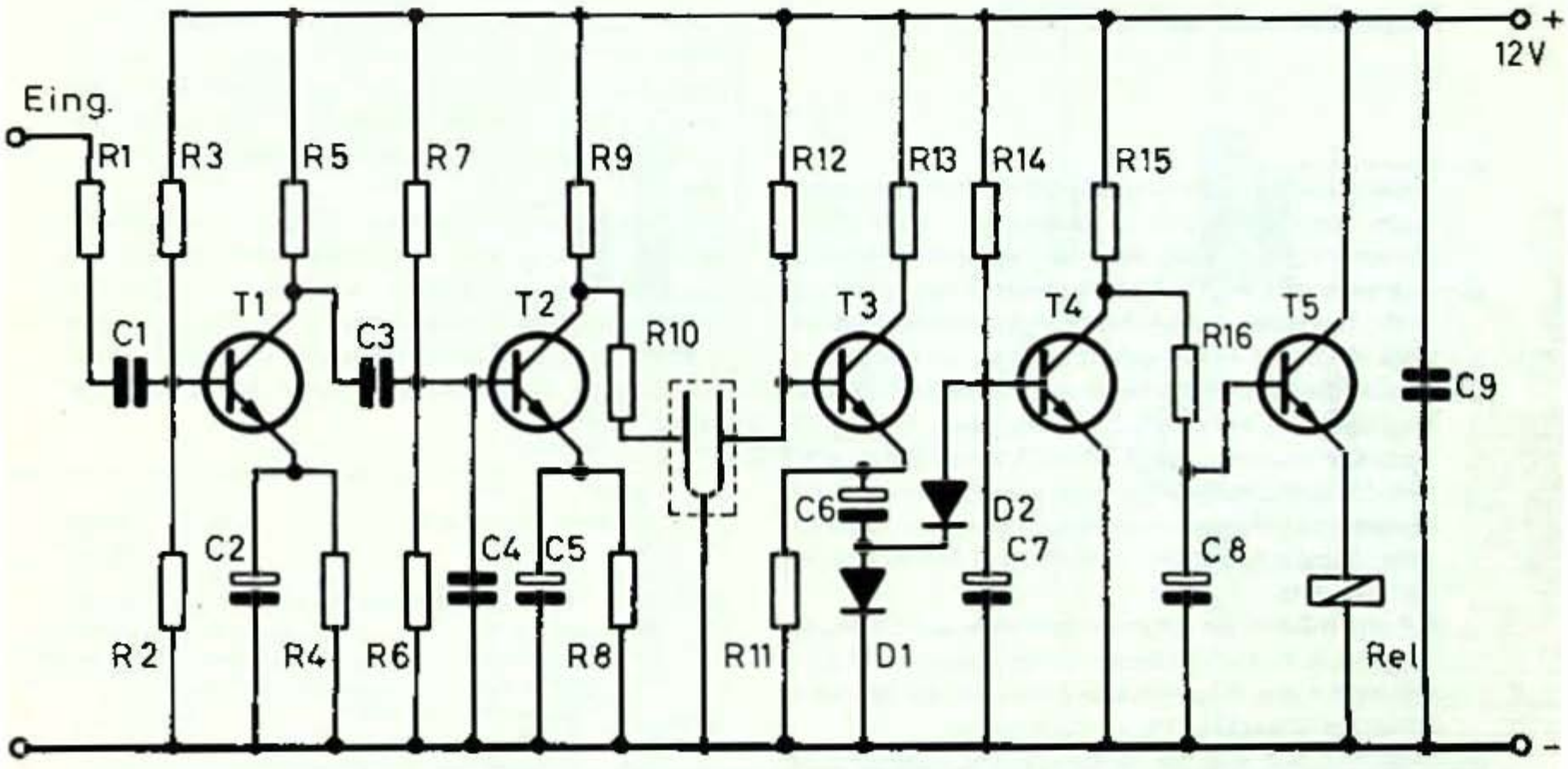
Tonrufempfänger mit piezoelektrischer Stimmgabel

Schaltung 24 zeigt einen ebenfalls amateurfreundlichen Tonrufempfänger mit sehr hoher Zuverlässigkeit.
Vor der Stimmgabel, dem frequenzbestimmenden Teil der Anordnung, erkennt man zwei Verstärkerstufen, von der die erste (T 1) die Aufgabe hat, die Eingangsspannung anzuheben, während die zweite (T 2) mehr eine begrenzende Wirkung hat. Hinter der Stimmgabel arbeitet der Transistor T 3 als Impedanzwandler in Kollektorschaltung. Er hat einen hochohmigen Eingang, da der Ausgangswandler der Stimmgabel zwecks Erzielung einer hohen Resonanzspannung nicht zu stark belastet werden darf.
Die ausgesiebte und am Emitter von T 3 niederohmig zur Verfügung stehende Tonfrequenzspannung wird anschließend in einer Spannungsverdopplerschaltung durch D 1 und D 2 gleichgerichtet und dem Schaltverstärker, bestehend aus T 4 und T 5, zugeführt. Das im Emitterzweig von T 5 liegende Relais zieht bei Ansteuerung des Tonrufempfängers mit der passenden Frequenz an und kann mit seinen Kontakten (nicht gezeichnet) weitere Funktionen auslösen.
Der Eingangswiderstand des Tonrufempfängers beträgt 15 kΩ. Durch die begrenzende Wirkung von T 2 bleibt, Resonanz vorausgesetzt, die Wechselspannung am Emitter von T 3 bereits bei einer Eingangsspannung von 30 mV konstant. Die maximale Eingangswechselspannung darf 3 V nicht überschreiten.

Stückliste Schaltung 24

R 1	12 kΩ	D 1	OA 200
R 2	22 kΩ	D 2	OA 200
R 3	220 kΩ	C 1	0,1 µF
R 4	1 kΩ	C 2	32 µF, Elko
R 5	6,8 kΩ	C 3	0,1 µF
R 6	8,2 kΩ	C 4	0,1 µF
R 7	47 kΩ	C 5	32 µF, Elko
R 8	1 kΩ	C 6	5 µF, Elko
R 9	6,8 kΩ	C 7	5 µF, Elko
R 10	220 kΩ	C 8	32 µF, Elko
R 11	2,2 kΩ	C 9	10 nF
R 12	820 kΩ	T 1	BC 108 B
R 13	470 Ω	T 2	BC 108 B
R 14	120 kΩ	T 3	BC 108 B
R 15	6,8 kΩ	T 4	BC 108 B
R 16	22 kΩ	T 5	BC 108 B

Stimmgabel Fa. Stettner, 856 Lauf/Pegnitz


Eing.
R1
R3
R5
R7
R9
R12
R13
R14
R15
+
12V
T1
T2
T3
T4
T5
C1
C3
R10
R16
C9
C6
D2
C2
C4
C5
C7
C8
R2
R4
R6
R8
R11
D1
Rel
-

Schaltung 25

Tonrufsender mit L-C-Kreis

Nebenstehende Schaltung zeigt einen zum Tonrufempfänger nach Schaltung 23 passenden Tonrufsender. Dieser weist eine entsprechende Frequenzstabilität auf und kann in einem Temperaturbereich von —15° bis +80° betrieben werden. Der Ausgangswiderstand beträgt 10 kΩ, die Ausgangsleistung max. 0,2 mW.

Die Oszillatorstufe T 1 arbeitet mit induktiver Rückkopplung über L 1, während L 2 in Verbindung mit C 1 die Frequenz bestimmt. Beide Spulen L 1 und L 2 sind auf einen Wickelkörper aufgebracht, der von einem Schalenkern mit Luftspalt umschlossen wird. Ein Abgleichkern (Abgleichelement) erlaubt die Feineinstellung der Frequenz.

R 4 und R 5 sind die Emitterwiderstände des Oszillatortransistors. Kapazitiv überbrückt ist jedoch nur R 5, so daß an R 4 eine Gegenkopplung entsteht, die den Klirrfaktor der erzeugten Frequenz gering hält.

Über R 3 läßt sich die Amplitude des Oszillatorausgangssignals und damit die Ansteuerung des Endtransistors T 2 regeln. T 2 hat nicht nur die Aufgabe, die Oszillatorspannung auf einen genügenden Wert zu verstärken, sondern sorgt außerdem für eine Entkopplung zwischen Ausgang und Oszillatorkreis. Der Ausgangstransformator Tr wandelt den Transistorausgangswiderstand von 600 Ω auf 10 kΩ um. Er kann, wenn der geringe Ausgangswiderstand nicht stört, eventuell durch eine NF-Drossel ersetzt werden. Die Wechselspannung wird dann kapazitiv abgenommen (gestrichelt gezeichnet).

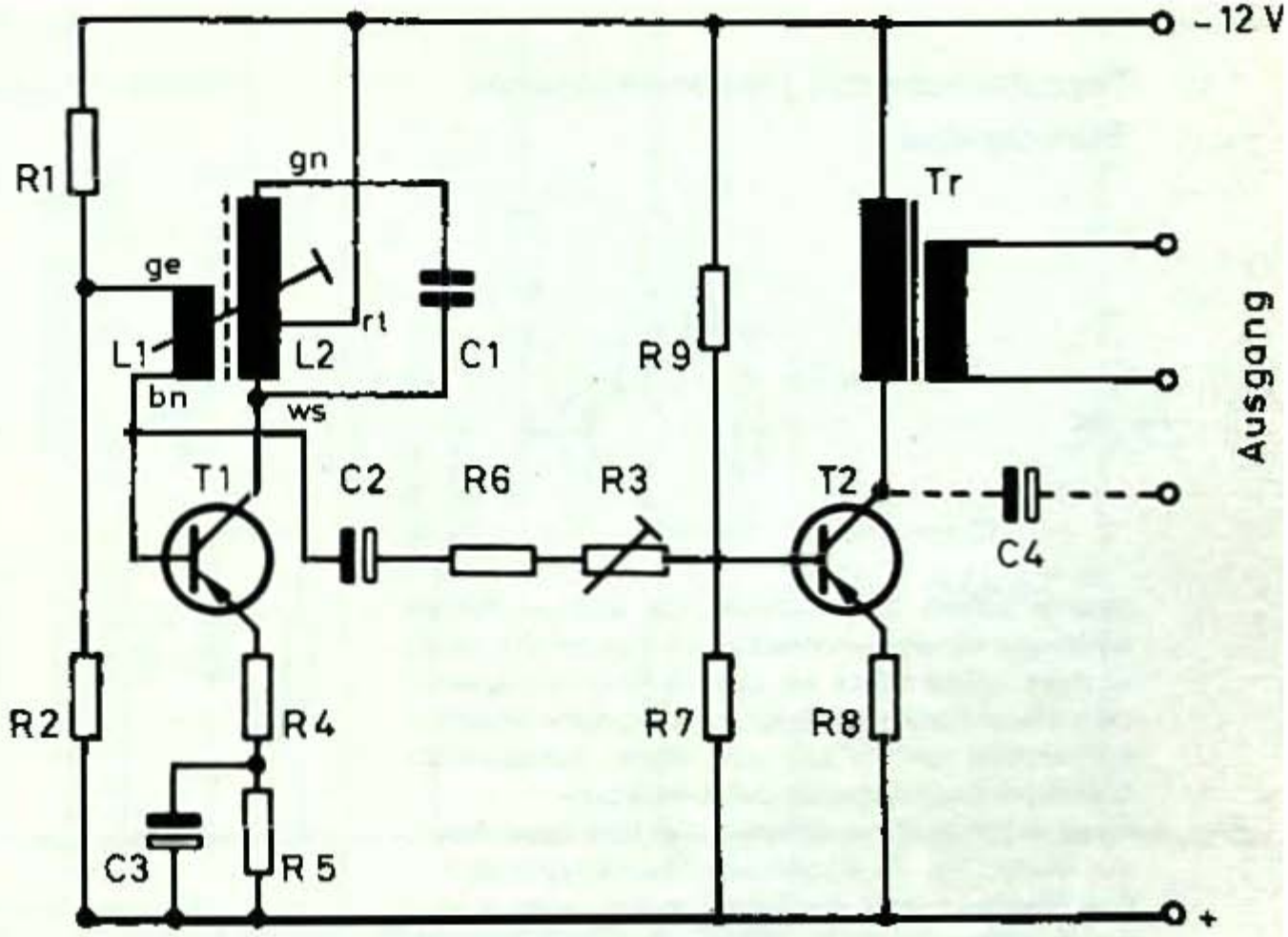
Mit etwas Geschick kann der Ausgangstransformator selbst angefertigt werden, während die Oszillatorspule zweckmäßig fertig bezogen wird (kommerzielle Frequenznorm!). Die Schalenkerne für die Oszillatorspule werden, wie beim Tonrufempfänger, ebenfalls in einer zylindrischen Abschirmung mit Zentralbefestigung geliefert.

Stückliste Schaltung 25

R 1	680	Ω	R 5	5,6	kΩ
R 2	470	Ω	R 6	100	Ω
R 3	50	kΩ, Einstellwiderstand	R 7	2,7	kΩ
R 4	220	Ω	R 8	560	Ω
			R 9	3,3	kΩ

L 1/L 2 Schalenkern mit Abgleichelementen und Luftspalt 26 Ø x 16 mm, L 22 N 1100, AL 630
Bestell-Nr. (Siemens):
je nach Frequenz 61.511-01 bis 61.511-29

Tr Transformator aus Dynamoblech ü = 1 : 4



T 1 OC 71
T 2 AC 152
C 1 je nach Frequenz:
bis 1,3 kHz 0,1 µF
ab 1,3 kHz bis 1,8 kHz 0,05 µF
ab 1,8 kHz bis 3,0 kHz 0,02 µF
Styroflexausführung
C 2 1,6 µF, Elko
C 3 1,6 µF, Elko
C 4 10 µF, Elko

Schaltung 26

Tonrufsender mit piezoelektrischer Stimmgabel

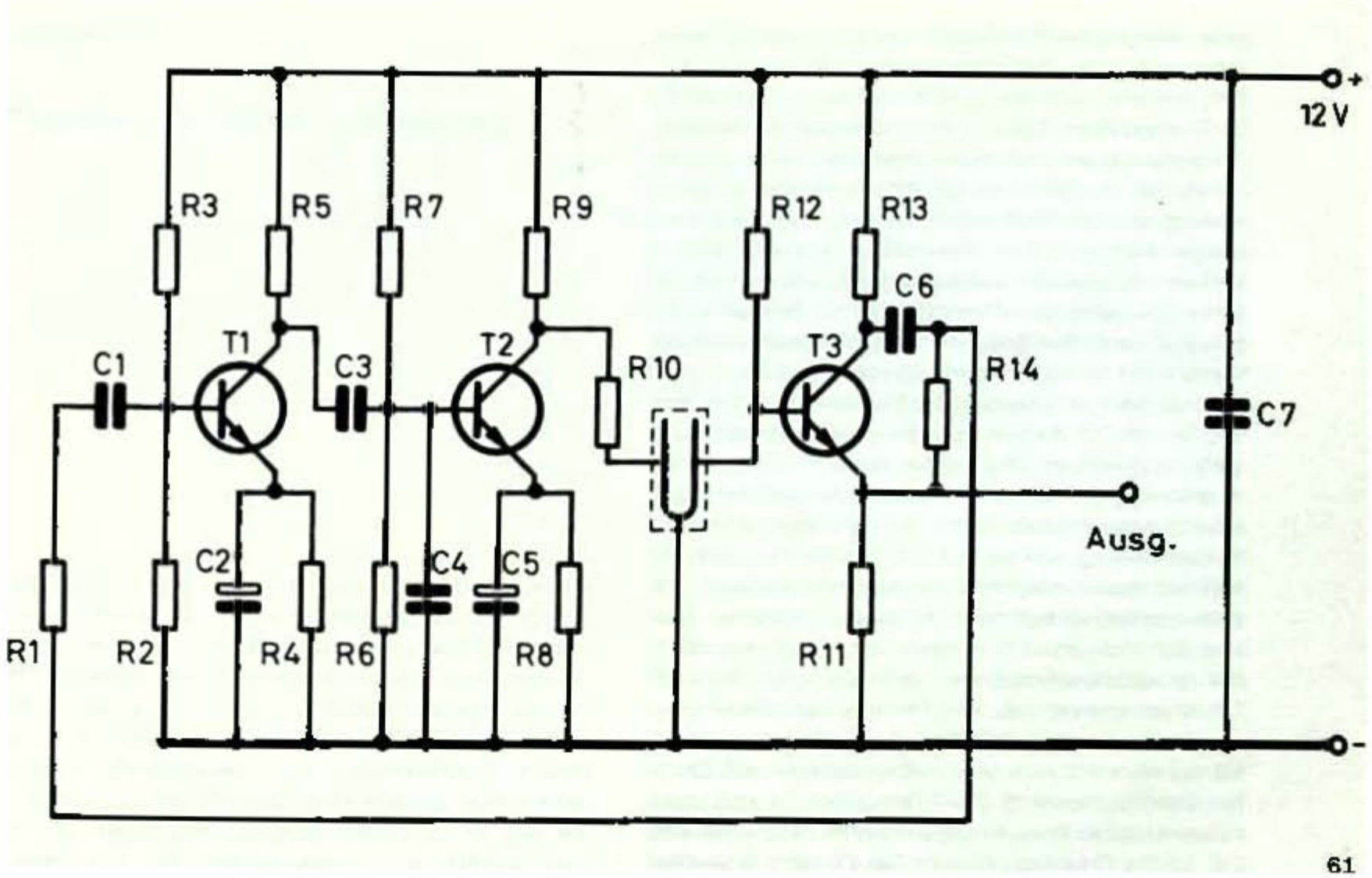
Wie im Aufsatz 22 angedeutet, läßt sich ein Tonrufempfänger mit piezoelektrischer Stimmgabel sehr leicht in einen Tongenerator mit gleicher Frequenz umwandeln. Die vorhandene Schaltung bleibt dabei bestehen und arbeitet mit, so daß sich kleine platzsparende Sende-Empfangs-Einheiten aufbauen lassen.

Zum Verstehen dieser Schaltung ist ein kleiner Streifzug durch die Rückkopplungs-Theorie erforderlich: Eine Schaltung gerät in Selbsterregung, erzeugt also Schwingungen, wenn die auf den Eingang zurückgeführte Spannung größer als die Eingangsspannung ist

Stückliste Schaltung 26

R 1	120	kΩ
R 2	22	kΩ
R 3	220	kΩ
R 4	1	kΩ
R 5	6,8	kΩ
R 6	8,2	kΩ
R 7	47	kΩ
R 8	1	kΩ
R 9	6,8	kΩ
R 10	220	kΩ
R 11	2,2	kΩ
R 12	820	kΩ
R 13	470	Ω
R 14	je nach Stimmgabel und Frequenz	
C 1	0,1	µF
C 2	32	µF, Elko
C 3	0,1	µF
C 4	0,1	µF
C 5	32	µF, Elko
C 6	68	nF
C 7	10	nF
T 1	BC 108 B	
T 2	BC 108 B	
T 3	BC 108 B	

Stimmgabel Fa. Stettner, 856 Lauf/Pegnitz


+
12 V
R3
R5
R7
R9
R12
R13
C6
T1
T2
T3
C1
C3
R10
R14
C7
Ausg.
C2
C4
C5
R1
R2
R4
R6
R8
R11
-

und die gleiche Phasenlage der Eingangsspannung aufweist, d. h. es darf entweder keine Phasendrehung (0°) auftreten oder aber gleich eine solche von 360°. Da in einstufigen Röhren- bzw. Transistorverstärkern bei Abnahme der rückzukoppelnden Spannung an der Anode bzw. an dem Kollektor aber immer eine Phasendrehung von 180° stattfindet, müssen, sofern nur einstufige Verstärker zur Anwendung kommen sollen, Maßnahmen getroffen werden, welche auch die rückgeführte Spannung wieder um 180° drehen. Im alten rückgekoppelten Audion geschah dies durch gegensinniges Wickeln bzw. Umpolen der Rückkopplungsspule.

Doch zurück zur Schaltung 26. Die beiden ersten Stufen, T 1 und T 2, drehen zusammen die Phase um 360°, die piezoelektrische Stimmgabel um 90° und der Impedanzwandler (T 3) um weitere 180°. Die zum Anfachen einer Schwingung also noch erforderliche „krumme" Phasendrehung von weiteren 90° kann bzw. braucht nicht in einer weiteren Verstärkerstufe, sondern nur durch andere Schaltelemente erzeugt werden. Dies sind der Widerstand R 14 sowie der Kondensator C 6. Die zurückzuführende Spannung wird also am Kollektor T 3 abgenommen, während die vom Tonrufsender erzeugte Spannung am Emitter abgegriffen wird. Diese beträgt etwa 1 V an einem Innenwiderstand von 600 Ω. Die Betriebsspannung (12 V) braucht nicht stabilisiert zu werden, da Schwankungen von ± 30% ohne Einfluß auf die Frequenzkonstanz des Oszillators bleiben.

Schaltung 27

Stabilisiertes Niedervolt-Netzteil

Über längere Zeit gerechnet kommt der Bau eines Niedervolt-Netzteiles in jedem Fall billiger, als die ständige Neuanschaffung von Batterien. Aus einem solchen Netzteil sollen alle gebräuchlichen Betriebsspannungen mit ausreichender Leistung entnommen werden können. Ferner darf der Innenwiderstand des Netzteiles den von guten Trockenbatterien nicht überschreiten. Von einer Stromversorgung aus dem Netz verlangt man weiter, daß die Höhe der Ausgangsspannung von der Belastung und von Netzspannungsschwankungen weitgehend unabhängig ist und daß die der Gleichspannung überlagerte Brummspannung so gering ist, daß sie auch bei Spitzenlast nicht in Erscheinung tritt.

Nachstehend beschriebenes Netzteil erfüllt diese Forderungen und liefert einen Strom von mindestens 0,5 A und Spannungen von 6, 9, 12 und 18 V. Der Sekundärkreis ist der universellen Anwendbarkeit wegen massefrei gehalten worden. Es lassen sich also gleicherweise Geräte mit p-n-p- (geerdeter Plus), wie solche mit n-p-n-Transistoren (geerdeter Minus) anschließen.

Durch die Verwendung eines sog. Längstransistors von nicht zu kleiner Leistung, hier der Typ AD 133, schlägt man mehrere der berühmten Fliegen mit einer Klappe. Ein solcher Längstransistor hat nämlich die lobenswerte Eigenschaft, an seinem Ausgang die Spannung zur Verfügung zu stellen, die man seiner Basis zuführt, von einigen Zehnteln Volt abgesehen. Hält man diese Basisspannung also stabil, hier mittels Leistungs-Zenerdioden, so werden Netzspannungsschwankungen und Belastungsschwankungen der Ausgangsspannung ausgeregelt.

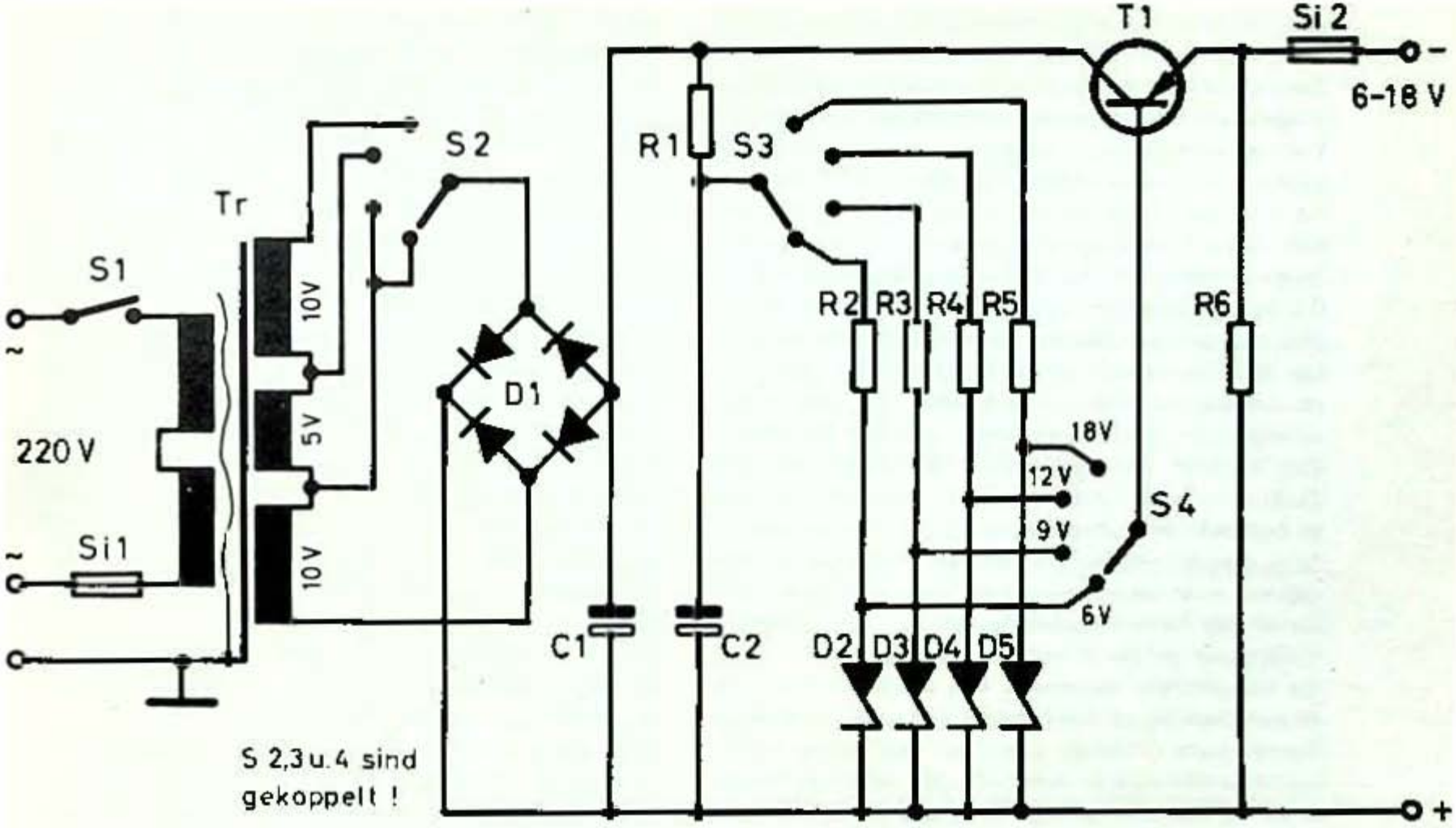
Die stabilisierte und gut gesiebte Spannung für die Basis muß also getrennt erzeugt werden und, wenn mehrere verschiedene Ausgangsspannungen erwünscht sind, umschaltbar sein. Aus diesem Grunde wird vom Ladekondensator eine Spannung abgezweigt, über R 1 und C 2 vorgesiebt und, je nach Stellung der Schalter S 2 bis S 4, über die Widerstände R 2 bis R 5

den Zenerdioden D 2 bis D 5 zugeführt. Eine Zenerdiode verhält sich, neben ihrer Funktion als stabilisierendes Schaltelement, außerdem noch wie ein großer Siebkondensator und leitet auch den letzten Rest von überlagerter Wechselspannung (Brumm) ab, so daß an der Basis des Längstransistors T 1 wirklich nur eine saubere Gleichspannung anliegt. Die Siebarbeit der Zenerdiode erspart uns weitere Siebmittel, z. B. in Form einer großen aufwendigen Siebdrossel. Ganz ohne Siebmittel läßt sich aber so ein Netzteil auch nicht aufbauen, da ein zu großer Wechselspannungsanteil im Zenerstrom die Zenerdiode zu stark erwärmen würde. Außerdem ist zwecks Erzielung einer genügend hohen Gleichspannung in jedem Fall hinter dem Gleichrichter ein Ladekondensator erforderlich. An diesem soll auch nicht gespart werden — und jetzt folgt ein weiterer wichtiger Punkt, der bei der Entwicklung stabilisierter NV-Netzteile unbedingt beachtet werden muß — damit die unstabilisierte Spannung mindestens 50% höher ist, als die am Ausgang gewünschte. Diese Forderung gilt besonders für Vollast, da anderenfalls der Zenerstrom zu stark absinkt, was eine Verschlechterung der Stabilisierung und der Siebung bewirken würde.

Das Verringern der Basisspannung zwecks Umschaltung der Ausgangsspannung könnte im Prinzip mittels Spannungsteilern, die parallel zu einer Zenerdiode mit höherer Spannung geschaltet würden, erfolgen, geht aber ebenfalls auf Kosten der Stabilisierung. Darum

Stückliste Schaltung 27

R 1	68 Ω
R 2	82 Ω
R 3	47 Ω
R 4	56 Ω
R 5	180 Ω
Richtwerte s. Text	
R 6	1 kΩ
T 1	Transistor AD 133 (Siemens)
	1 Glimmerscheibe Q 62 901-B 13-A
	2 Isoliernippel Q 62 901-B 13-B
D 1	Silizium-Gleichrichter
	entweder 1 x B 40 C 2200
	oder 4 x BY 100
	oder 4 x OY 241
D 2	Leistungszenerdiode
	für 6 V z. B. BZY 15
D 3	Leistungszenerdiode
	für 9 V z. B. BZY 17
D 4	Leistungszenerdiode
	für 12 V z. B. BZY 18
D 5	Leistungszenerdiode
	für 18 V z. B. BZY 20
	8 Glimmerscheiben
C 1	1000 µF, Elko
C 2	1000 µF, Elko
Si 1	Sicherung 250 mA, träge
Si 2	Sicherung 500 mA, flink
Tr	Netztrafo s. Text
S 1	einpoliger Einschalter
S 2	Stufenschalter 3 x (4 x 1)


T1
Si 2
6-18 V
S2
R1
S3
Tr
S1
R2
R3
R4
R5
R6
10V
5V
10V
D1
220 V
18V
12V
9V
6V
S4
Si1
C1
C2
D2
D3
D4
D5
S 2,3 u. 4 sind
gekoppelt !
+

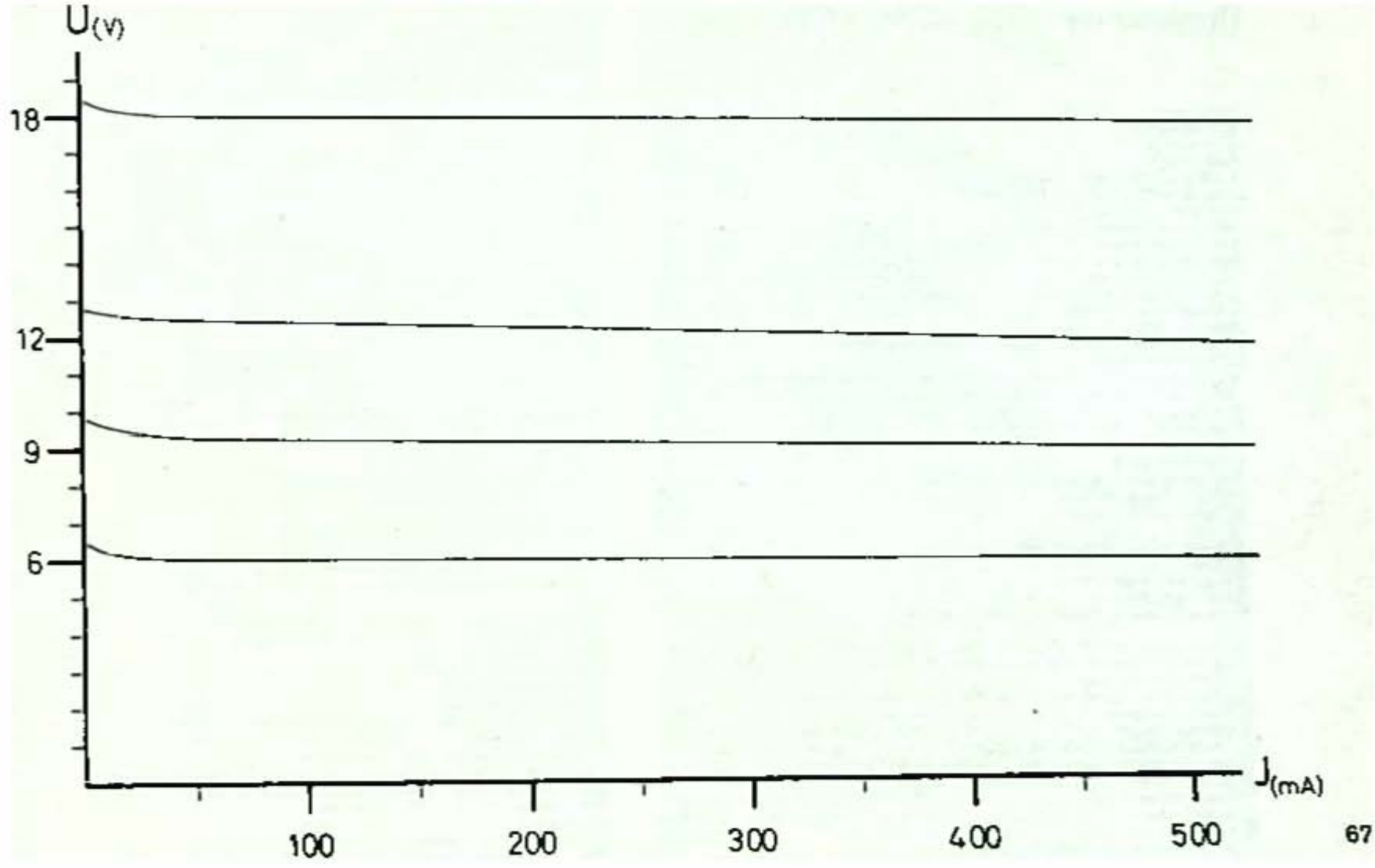
wird für jede Ausgangsspannung eine eigene Zenerdiode mit entsprechendem Vorwiderstand verwandt. Zenerdiode und Vorwiderstand werden also bei Spannungswechsel gemeinsam umgeschaltet, ebenso die Trafowechselspannung. Letzteres ist nicht unbedingt erforderlich, wurde aber vorgesehen, damit bei den kleinen Spannungswerten in den Vorwiderständen nicht zu viel Spannung vernichtet werden muß (Wärme!). Zu der Dimensionierung dieser Vorwiderstände, R 2 bis R 5, ist noch zu sagen, daß es sich bei den in der Stückliste angegebenen Werten nur um Richtwerte handelt. Der Widerstandswert ist abhängig von der Spannung am Ladekondensator C 1 und somit von den Innenwiderständen des Gleichrichters und des Netztrafos. Man ermittelt den günstigsten Wert indem man den Zenerstrom jeder Diode auf 50 mA einstellt und zwar im Leerlauf, also ohne Belastung der Ausgangsspannung. Das mA-Meter, welches, um Meßfehler zu vermeiden, sehr niederohmig sein muß, wird beim Aussuchen der Zenerwiderstände zwischen den jeweiligen Widerstand und den Schalter S 3 geschaltet.

Als Gleichrichter verwendet man möglichst solche in Silizum-Technik, da diese sehr niederohmig sind, kaum Eigenverluste (Wärme) aufweisen und kleine mechanische Ausdehnungen haben. Es gibt solche in Graetzschaltung komplett zusammengebaut. Es lassen sich, sofern in der Bastelkiste gerade vorhanden, aber auch 4 Stück sog. Fernseh-Dioden (220 V, 0,5 A) der Typen BY 100, OY 241 o. ä. verwenden, die man dann natürlich entsprechend zusammenschalten muß. Der Netztrafo ist, sofern er genügend Leistung abgeben kann, gar nicht kritisch. Er läßt sich aus einem alten Rundfunk-Trafo mit intakter Netzwicklung selbst herstellen. Die erforderliche Windungszahl der Sekundärwicklungen für 10,5 und 10 V ermittelt man aus der vorher für 4 V oder 6,3 V vorhanden gewesenen Wicklung. Zu genau braucht man jedoch nicht zu rechnen, da der richtige Zenerstrom ohnehin später genau eingestellt wird.

Zum mechanischen Aufbau wäre zu sagen, daß der Transistor AD 133, sowie die 4 Zenerdioden eine Kühlfläche von ca. 60 x 100 mm benötigen (Alu-Blech 2 mm dick) und isoliert mit Hilfe von Glimmerscheiben und Isoliernippeln montiert werden müssen. Die Kühlfläche kann zwecks Raumeinsparung abgewinkelt werden. Man achte streng darauf, daß die Stellen, an denen die Halbleiter sitzen sollen, absolut plan sind, damit einer genügenden Wärmeableitung kein Luftspalt im Wege steht.

Die Silizium-Gleichrichter kommen im allgemeinen ohne Kühlfläche aus, sollen jedoch nicht gerade in der Nähe des Netztrafos eingelötet werden.

Über die Stabilität der verschiedenen Ausgangsspannungen, in Abhängigkeit des entnommenen Stromes, geben die aufgenommenen Kurven Auskunft. Ermittelt wurden diese Kurven bei einer Netzspannung von 220 V.


U(V)
18
12
9
6
J(mA)
100
200
300
400
500

Register der TOPP Reihe »Schaltungen«

Abhörgerät 3/22
Akkuladegerät 8/70
Alarmanlage 7/14
Alarmanlage 13/28
Annäherungsschalter, elektrisch 10/36
Antennenverstärker für LMK-Welle 11/9
Antennenverstärker für UKW 11/11
Antennenverstärker für Band I und III 11/14
Antennenverstärker mit Bandfiltereingang 11/21
Antennenverstärker für die Bereiche IV und V 11/25
Anzugsverzögerung 10/60
Astabile Kippschaltung 2/65
Astabiler Multivibrator 6/30
Astabiler Multivibrator 10/64
Astabiler Multivibrator mit hoher Flankensteilheit 7/76
Aufnahmeverstärker 9/34
Aufsprech- und Wiedergabeverstärker für KleinstTonbandgeräte 9/36
Aussteuerungsanzeige für Tonbandgerät 10/46
Automatische Ladevorrichtung 3/78
Automatische Temperaturregelung 6/32

Batterieladegerät 7/26
Belichtungszeitschaltung für Vergrößerer 3/40
Bistabile Kippschaltung 2/64
Bistabiler Multivibrator 6/26
Blinker 10/42
Blinkanlage mit Transistoren 1/76
Blinker 6/40
Blinker mit Blitzlampe 3/46
Blitzdauermeßgerät 14/56
Breitband-Fotoverstärker mit RCA-Multiplier 13/58

Dämmerungsschalter 10/6
Dämmerungsschalter mit Verzögerung 13/30
Differential-Fotometer 13/46
Digital-Analog-Wandlung 15/48
Digitaler Verstärker 15/39
Diodenempfänger 1/20
Diodenempfänger hoher Klanggüte 2/36
Doppel-Fernsteuersender für 27,12 und 40,68 MHz 8/30
Doppel-T-Filter 4/56
Drehstrom-Generator 3/52
Drehzahlmesser 1/78
Drehzahlmesser 7/50
Drehzahlmesser für Kraftfahrzeuge 6/74
Drehzahlregler für Nebenschlußmotore 42 Volt 7/32
Drehzahlregler für Nebenschlußmotore 220 Volt 7/38
Drehzahlregler mit I.-R.-Kompensation 7/44
Drehzahlregelung für Modelleisenbahn 7/23
Drei-Transistor-Super 1/30
Dunkelschaltung (Lichtschranke) 10/10
Dunkelschaltung mit Kaltkatoden-Schaltröhre 12/40
Durchstimmbarer Schwebungssummer 0—20 kHz in einem Bereich 4/26
Durchstimmbarer Schwebungssummer in drei Bereichen 4/24

Einfache Lichtschranken 3/30
Einfacher Tonverstärker 9/10
Einfaches Frequenzmeßgerät 4/31
Eintaktzerhacker für hohe Ausgangsspannung 12 kV 6/58
Eisenlose Endstufe mit künstlicher Treiberinduktivität 5/25
Eisenlose Endstufe 120 mW 5/72
Eisenloser NF-Verstärker 8/64
Eisenloser Verstärker 5/22
Eisenloser 10-Watt-Verstärker mit hoher Klangqualität 10/78
Elektronische Sirene 12/82
Elektrisches Auge 1/74
Elektronisches Blitzgerät 2/30
Elektronisches Fotoblitzgerät 6/64
Elektronisches Mischpult mit Fernbedienung 9/16
Elektronische NF-Umschaltung mit Fotowiderständen 9/20
Elektronische Sicherung 3/60
Elektronisch stabilisierte Spannungsquelle 4/8
Elektronische Überspannungssicherung 10/54
Elektronischer Weidezaun 2/72
Elektronischer Zeitschalter 0—2 Min. 6/8
Empfindlicher Niederfrequenzverstärker 1/48
Endstufe in Gegentaktschaltung 2/46
Endstufe mit geringem Ruhestrom 1/44
Endstufe mit gleitender Verstärkung 1/36
Endverstärker mit Silizium-Pico-Transistoren, 50 mW 9/40
Endverstärker mit Silizium-Transistoren, 25 W 9/60
Experimentiernetzteil für röhrenbestückte Fotozellengeräte 13/76

Farbdichtekontrolle, empfindliches Schaltgerät 13/40
Farbsortierungen, schneller Schaltverstärker 13/42
Feldstärkemesser 2/58
Feldstärkemesser für 27,12 und 40,68 MHz 8/54
Fernsteuerempfänger 2/60
Fernsteuerempfänger 7/61
Fernsteuer-Empfänger für Ein- und Mehrkanal 8/6
Fernsteuersender 2/54
Fernsteuersender mit npn-Transistoren 3/24
Fernsteuer-Super 3/26
Flammenüberwacher mit UV-Schaltröhre und Glimm-Thyratron 13/64
Flammenwächter mit UV-Schaltröhre 13/66
Flipflop 15/12
Fotoelektrischer Schaltverstärker 10/16
Foto-Transistorschaltung 3/32
Fotowiderstandsbrücke für Vergleichsmessungen 12/65
Fotoverstärker für moduliertes Licht mit Feldeffekt-Transistoren 13/62

Fotoelektronische Programmsteuerungen mit Lochscheiben 14/21
Frequenzmesser 2/22
Frequenzteiler 3/56
Frequenzteiler mit Doppeltransistoren 7/28
Frequenzweichen 11/48
Füllstandregelung mit 2 Lichtschranken 13/34

Garagentor-Fernbedienung, Empfänger 10/34
Garagentor-Fernbedienung, Sender 10/32
Gegentaktendstufe mit eisenlosem Ausgang 1/46
10-Watt-Gegentakt-Endstufe 5/21
Gegentaktwandler mit 220-Volt-Ausgang 3/48
Gegentakt-Gleichspannungswandler 2/26
Gegentaktwandler für Sinusausgang 50 Watt, 220 Volt 6/54
Gegentaktzerhacker für 220 Volt, 100 Watt 6/56
Gegen-Müller-Indikator 1/60
Geiger-Müller-Zählgerät 2/34
Generator mit Transistoren 2/20
Geregeltes Netzgerät 6—12 Volt/0,5 A 6/16
Gewitterwarngerät bzw. Blitzlichtfernschalter, hochempfindlich 14/40
Gleichspannungswandler 7/70
Gleichspannungswandler für 3/1000 Volt 1/52
Gleichspannungswandler 6/70 Volt 1/54
Gleichspannungswandler in Gegentaktschaltung 1/58
Gleichspannungswandler mittlerer Leistung bis 5 W mit Glättung 1/56
Gleich- und Wechselstrommessung 3/57
Glimmlampen-Prüfer 2/28
Grundschaltungen mit Fotohalbleitern 14/17

Haustelefon oder Rufanlage, drahtlos 9/66
Helligkeitsregler 7/12
Hellschaltung mit Transistorverstärker 12/34
Hellschaltung mit Kaltkatoden-Schaltröhre 12/38
Helligkeitsvergleichsschaltungen für Gleichlicht 12/64
Helligkeitsvergleichsschaltung 12/66
Helligkeitsvergleichsmeßgerät 12/72
Helligkeitsvergleichs-Schaltverstärker 12/74
Hellschaltung (Lichtschranke) 10/8
HF-Wattmeter für KW und UKW 14/68
HiFi-Vorverstärker mit 4 Eingängen 9/30
HiFi-Verstärker, 15 W 9/56
Hochempfindlicher Verstärker 3/18
Hochohmige Eingangsstufe 4/44
Hochohmiger Vorverstärker mit Pico-Transistoren 9/26
Hochspannungsblinker 10/40
Hochspannungsgenerator 6 kV 6/60
Hörhilfe 1/50
Hörhilfe mit Silizium-Pico-Transistoren 9/64

Impulsgenerator mit Unijunktiontransistor 7/20
Induktiver Annäherungsschalter 6/44
Infrarot-Grenzwertschalter für Temperaturüberwachungen 13/54
Infrarot-Spürgerät (IR-Peileinrichtung) 14/72
Infrarot-Schaltverstärker in Kompensationsschaltung 14/50

Kanalverstärker für Band III 11/16
Kapazitiver Ölstandsmesser 6/76
Kapazitiver Tongenerator 1/68
Klangregelstufe mit RC-Netzwerk 9/28
Kleine Sprechanlage 5/19
Kleiner Gleichspannungswandler 2/24
Kleines NF-Universalmeßgerät 4/42
Kleinst-Fernsteueranlage "Handy-Uniton" 8/48
Kleinthermostat 10/66
Kondensatormeßgerät 4/38

Lautstärke- und Klangregelung 5/30
LC-Meßgerät mit Quarzoszillator 4/40
LC-Tongenerator in Basisschaltung 5/46
LC-Tongenerator in Emitterschaltung 5/47
LC-Tongenerator in Kollektorschaltung 5/48
LC-Sinusoszillatoren 4/20
Lichtausfallsicherung 3/38
Lichtregelung 3/36
Lichtschranke 10/14
Lichtsteuerung 3/34
Lichtrelais, einfachste Ausführung 12/32
Lichtrelais mit einstufigem Transistorverstärker 12/33
Lichtrelais mit dreistufigem Transistorverstärker 12/36
Lichtrelais mit Impulsspeicherung 12/42
Lichtrelais, schaltpunktgenau, mit Schmitt-Trigger 12/44
Lichtschranke, relaislos, mit Tyristor 12/46
Lichtimpulsrelais mit Vierschichtdiode 12/48
Lichtimpulsrelais mit Transistorverstärker 12/50
Lichtgeber 12/52
Lichtblitzempfindlicher Schalter mit Schaltröhre 12/54
Lichtblitzempfindliche Lichtschranke 12/79
Lichtrelais mit Transistoren, schnell 13/26
Lichtschranke, breitbandig, für Wechsellicht 13/36
Lichtmengen-Schaltgerät mit Transistoren 13/50
Lichtmengen-Dosiergerät, netzbetrieben 13/52
Lichtempfänger mit Foto-Multiplier, höchstempfindlich 13/56
Lichtempfänger für NF-modulierte Licht 13/60
Lichtrelais mit Fotodiode 14/24
Lichtrelais mit hoher Schaltleistung, schnell 14/26
Lichtrelais mit Abfallverzögerung 14/28
Lichtrelais mit Ansprechverzögerung bei Lichteinfall 14/30
Lichtblitzempfindliches Relais mit umschaltbarer Abfallverzögerung 14/32
Lichtrelais mit Fototransistor und Schmitt-Trigger 14/38
Lichtmengenmeßgerät für Blitzgeräte 14/54
Lineare Anzeige für Wechselstrom 4/48
Logische Schaltungen 15/50
Löschgenerator für Tonbandgeräte 7/58

Magnetempfindliche Schaltung mit Hallgenerator 6/78
Mehrkanal-Fernsteuerempfänger mit Trafokopplung 8/18

Mehrkanal-Fernsteuersender mit Bediengerät 8/35
Meßgerät für lichttechnische Versuche 12/68
Mikrofonverstärker 6/66
Mischer mit niederohmigen Eingängen 2/52
Modulationsschaltungen 12/76
Monoflop 15/18
Modulationsverstärker, 2,5 W 9/70
Monostabile Kippschaltung 2/60
Morseübungsgerät 10/22
Multivibrator 15/23
Multivibrator 1/70
Multivibrator mit npn-Transistor 3/70
Multischranke zur Prüfung von gelochten Blechen 14/52

Nachlaufsteuerung 3/59
Netzgeräte für Fotozellen-Schaltungen 13/70
Netzgeräte für transistorbestückte Fotozellengeräte 13/72
Netzgeräte für Fotovervielfacher 13/76
Netzbatterie 4/14
Netzfrequenzgenerator 12/220 V, 120 W 10/28
Netzgerät 2 bis 17 V, 0,7 A 10/52
Netzgerät für konstanten Strom 450—700 mA 6/18
NF-Vorverstärker für Lichttonabtastung 14/34
NF-Endstufe, 1 W 8/51
NF-Frequenzmesser 4/36
NF-Verstärker 5/10
NF-Verstärker 3 Watt 6/70
NF-Verstärker, 20 W 9/58
NF-Verstärker für Autoempfänger 12 V 9/68
NF-Verstärker zum Schwebungssummer 4/28
NF-Verstärker, zweistufig 9/12
NF-Vorverstärker mit hohem Eingangswiderstand 9/24

„Oder"-Schaltung 6/20
Optisch-elektronische Koppelglieder 14/74
Optischer Fernschalter mit Blitzlichtauslösung 14/38
Optische Zielscheibe mit Fototransistor und Abfallverzögerung ... 14/42
Optisch gegengekoppelte Lichtschranke mit Lampenschonbetrieb .. 14/46
Optisches IR-Thermometer 14/48
Optische Motorsteuerung (Links- und Rechtslauf) 14/60
Optische Nachführschaltung mit getrennter Ansprechregelnug 14/64
Oszillator — RC-Generator 3/74
Oszillator für 25—30 MHz 5/36
Oszillator für 50 kHz 10/24
Oszillator für Mischstufen im 10-m-Amateurband 5/37

Parkdichtschalter, automatisch 10/4
Pendelaudion mit Silicium-Transistor 7/64
Periodischer Schalter mit Komplementärtransistoren 6/38
Phasenanschnittschaltung 7/10
Phasenschieber 2/18
Phasenschieber 10/18
Phasenschieber-Generator nach Hans Schumacher 5/44
Plattenspielerverstärker, 1 W 9/42
Plattenspielerverstärker mit hoher Betriebsspannung, 1 W 9/44
Plattenspielerverstärker mit hoher Betriebsspannung, 3 W 9/46
Präzisions-Differenzfotometer mit Brückenverstärker 14/66
Proportional-Einkanal-Fernsteuersender 8/46
Proportionalgeber für Einkanal-Fernsteuersender 8/52
Prüfgenerator mit Transfilter 3/72

Quarzgesteuerter Prüfsender 1/64
Quarzoszillator für 27 MHz 5/39

Ratiodetektor für 10,7 Hz mit Treiberstufe 2/44
RC-Generator 10/20
RC-Generator für 3 Hz bis 30 kHz 4/30
RC-Generator für 10 Hz bis 20 kHz 4/32
RC-Generator mit Doppel-T-Filter 4/58
RC-Phasenschieber-Generatoren 4/22
RC-Phasenschieber-Generator für 1000 Hz 5/43
Rechteckgenerator mit konstanter Ausgangsfrequenz 6/48
Reflexempfänger 3/10
Regelbares Netzgerät 5,5—15 Volt/0,6 A 6/14
Rückkopplungsempfänger 1/22
Rückkopplungsempfänger für Mittelwelle 3/8
Regelschaltung 2/68
Regler für Reihenschlußmotore 7/41
Relaisschaltung durch Licht 1/72
Ringschaltung mit Relais 3/54

Sägezahngenerator 7/30
Schieberegister 15/28
Schmitt-Trigger 6/24
Schmitt-Trigger als Temperaturschutzschalter 4/54
Schranke für modulierte Strahlung, hochempfindlich 14/44
Selbsttätig zielsuchende Nachlaufsteuerung 14/62
Selektiver Einkanal-Fernsteuerempfänger 8/14
Selektiver NF-Signalverfolger 4/62
Selektive Schaltstufe mit Einschaltverzögerung 7/67
Selektives Tonfrequenzfilter 5/53
Selektiver Tonverstärker für Telegrafieempfang 9/14
Selektiver Verstärker mit Doppel-T-Filter 4/60
Selektives Wechsellicht-Schaltgerät 13/38
Selektives Wechsellicht-Schaltgerät mit Trafo-Kopplung 12/58
Serienstabilisierung mit Transistoren 3/64
Sicherheitsschaltung mit Transistoren 10/48
Sicherheitsschaltung mit Vierschichtdiode 10/50
Signalverfolger zur Prüfung von Empfängern 8/58
Sklavenblitz 2/32
Spannungskontrolle mit Glühlampe 4/52
Spannungsrelais 6 bis 15 V 10/56
Spannungsrelais 20 bis 350 V 10/58
Spannungswandler für Transistor-Fernsteuersender 8/44

Spannungswandler für 8-W-Leuchtstofflampe 10/30
Speisegerät 11 Volt/0,2 A 6/12
Stabilisiertes Netzgerät mit kleinem Innenwiderstand 4/10
Stabilisierendes und strombegrenzendes Netzteil 4/12
Stabilisiertes Netzgerät 5/58
Stabilisierungsschaltung bis 10 A 3/66
Strahlungsanzeige-Gerät 5/62
Stereoverstärker ohne Transformator, 2 x 12 W 9/53
Stromversorgung für Vakuumblitzlampe 10/44
Stromversorgung für Antennenverstärker 11/46

Taschen-Fernsteuersender 8/26
Telefon-Adapter 10/70
Telefonadapter bzw. Leitungssucher, dreistufig 9/62
Temperaturmeßgerät 6/36
Temperaturregler 2/74
Temperaturregler mit Thyristor 7/52
Temperaturregelung mit PTC-Widerstand 6/34
Thermo-Schalter 3/44
Tonbandgerät 3/28
Tongenerator 2/56
Tongenerator 6/46
Tongenerator mit geringem Einzelteilaufwand 7/54
Tongenerator mit Schwingkreis in Pi-Schaltung 7/56
Tonkreisschaltstufe 5/51
Tonmodulierter Einkanal-Fernsteuersender 8/22
Tonmodulierter Prüfoszillator 1/62
Tochterblitz mit Thyristor 14/58
Trafoloser Verstärker 2/48
Transistor-Gegentaktverstärker 5/17
Transistor-Grundschaltungen 5/7
Transistor-Millivoltmeter 4/46
Transistor-Mischpult mit Verstärker 9/18
Transistor-Netzanschlußgerät 2/67
Transistor-Ohmmeter 2/15
Transistorprüfgerät 2/10
Transistorprüfgerät 4/5
Transistor-Sender, 200 mW, für 27 bzw. 30 MHz 5/41
Transistorsuper hoher Leistung mit Schwundausgleich 1/32
Transistor-Super mit Transfiltern 3/12
Transistor-Summer 1/66
Transistor-Taschenempfänger 2/38
Transistor-Tester 4/4
Transistor-Tonbandverstärker 2/50
Transistor-Voltmeter 2/12
Transistor-Voltmeter 4/50
Transistor-Zündanlage 5/54
Transistor-Zündung 7/73
Treiber mit Endstufe 1/42
Trübungsanzeigen 13/48

UHF-Verstärker, einfache Ausführung 11/28
UHF-Verstärker mit symmetrischem Eingang und Vorkreis 11/33
UHF-Verstärker, zweistufig 11/36
UHF-Verstärker, elektronisch abstimmbar 11/40
UKW-Super 2/40
Umdrehungswächter 10/38
„Und"-Schaltung 6/22
Untersetzer 4:1 ..... 6/28
UV-Schaltgerät mit Transistorverstärker 13/68
Überstromschutzschalter 3/68

Verstärker für Hörgeräte 10/68
Verstärker für Lochstreifenabtastung 10/12
Verstärker für Plattenspieler, 5 W 9/48
Verstärker für 3 V, 25 mW 9/38
Verstärker, 8 W 9/50
Verstärker mit npn-Transistoren 3/20
Verstärker mit galvanischer Kopplung 6/68
Verstärker und Endstufe 1/34
Verzögerungsschalter 7/16
Verzögerungsschaltung 2/70
Vibrator mit Fotowiderstand 9/22
Voltmeter für hohe Spannungen 2/14
Vorverstärker mit Höhen- und Tiefenregelung 3/14
Vorverstärker mit Höhen- und Tiefenregelung 10/74
400-mW-Verstärker mit Gegentaktendstufe 1/38
2-Watt-Verstärker 3/16
4-Watt-Verstärker 10/72
10-Watt-Verstärker 10/76
12-Watt-Verstärker für Phono- und Lichtabtastung 1/40

Wandler 6/12 Volt, 15/20 Watt, 220 Volt 6/52
50-Watt-Wandler (50 Hz) 3/50
Wechsellicht-Schaltgerät mit Transistoren 12/56
Wechsellicht-Schaltgerät mit Schaltröhre 12/60
Wechsellicht-Schaltgerät mit Glimm-Thyratron 12/62
Wiedergabeverstärker 9/32
Wien-Brückengenerator 15 Hz bis 20 kHz 5/50

Zähl- und Überwachungsanlage, kombiniert 13/32
Zählregister 15/32
Zeitgeberschaltung 1 sec bis 30 min 10/62
Zeitschalter 3/42
Zeitschalter 0—2 Min. 6/6
ZF-Verstärker für 10,7 MHz und 470 kHz 2/42
Zenerdiodenstabilisierung 6/10
Zerhacker mit einstellbarer Frequenz, 35 bis 65 Hz 10/26
Zweikreis-Fünf-Transistor-Empfänger 1/28
Zweistufiger Signalverfolger 4/16

je Band ca. 80 Seiten,
30 Zeichnungen – DM 6.–

Die Reihe wird fortgesetzt

Wir schicken Ihnen gerne
kostenlos ein Verzeichnis
aller in dieser Reihe
erschienenen Schaltungen

TOPP

Verlag Frech
Stuttgart-Botnang

Schaltungen

Teil 1 30 Transistor-Schaltungen
von L. Hildebrand

Teil 2 35 Transistor-Schaltungen
von L. Hildebrand

Teil 3 36 Transistor-Schaltungen
von L. Hildebrand

Teil 4 Meßgeräte mit Transistoren
von F. Seyferth

Teil 5 Transistoren - neu angewandt
von H. Gläser und H.-D. Heck

Teil 6 37 Transistor-Schaltungen
von R. Leger

Teil 7 Schaltungen mit Thyristoren
von H. Gläser

Teil 8 Fernsteuerungs-Schaltungen
von G. O. W. Fischer

Teil 9 NF-Verstärker-Schaltungen
von L. Sabrowsky

Teil 10 38 Transistor-Schaltungen
von R. Leger

Teil 11 Praktikum der Antennen-Verstärker
von D. Dorsch

Teil 12 Schaltungen mit Foto-Widerständen
von L. Sabrowsky

Teil 13 Schaltungen mit Foto-Zellen
von L. Sabrowsky

Teil 14 Schaltungen mit Foto-Halbleitern
von L. Sabrowsky

Teil 15 Schaltungen der Digital-Elektronik
von W. Link

TOPP

In den Teilen 16 und 17 dieser Reihe werden NF-Schaltungen gebracht, die sonst nur in Spezial-Literatur behandelt werden, zu der Amateure und Bastler normalerweise keinen Zugang haben. Wenn auch vorwiegend Transistorschaltungen besprochen werden, da doch heute für fast alle Aufgaben Transistoren zu bekommen sind, findet man jedoch in diesen Büchern einige Röhrenschaltungen. Diese wurden bewußt gebracht, damit in die vielen noch betriebenen Röhrengeräte ohne Schwierigkeiten der eine oder andere Zusatz eingebaut werden kann. Es ist für den Amateur immer problematisch, Röhren- und Transistorschaltungen miteinander zu vermischen.

Ferner wird ein Stromversorgungsgerät beschrieben, welches die meisten für den Anschluß von Transistorschaltungen erforderlichen Spannungen liefern kann. So ein Netzteil ist immer noch billiger als der ständige Neuerwerb von Batterien.

Für technisch besonders begabte und interess
Amateure, die das Selbsterbaute auch einmal meß
nisch prüfen möchten, werden im zweiten Band a
dem NF-Meßgeräte, Meßverstärker sowie NF-Ge
toren (Tongeneratoren) gebracht.